



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

TESIS

TEMA:

**AUMENTO EN LA FABRICACION DE TABLEROS, EN ENSAMBLES DE MANGUERAS
PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN AUTOMOVILES DENTRO DE LA
EMPRESA REPATEX.**

ASESOR:

M.I. MARIA ISABEL MARIN HERNANDEZ

PRESENTA:

C. ARMANDO RUIZ MARTINEZ

NO. DE CONTROL:

173Z0040

CARRERA;

ING. INDUSTRIAL

HUATUSCO, VER., SEPTIEMBRE 2024



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la habilidad.

A mi esposa e Hijos que son mi inspiración.

"La vida no es fácil, para ninguno de nosotros. Pero... ¡qué importa! Hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo. Hay que sentirse dotado para realizar alguna cosa y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste lo que cueste"

Marie Curie





INDICE GENERAL

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES	1
2.1 INTRODUCCIÓN	1
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.2.1 SUS CLIENTES MÁS IMPORTANTES DENTRO DE LA REGIÓN SON:	2
2.2.1.1 CLIENTES FORÁNEOS:.....	3
2.2.2 MISIÓN.....	3
2.2.3 VISIÓN.....	3
2.2.4 VALORES.....	3
2.2.4.1 HONESTIDAD	3
2.2.4.2 LEALTAD	3
2.2.4.3 RESPONSABILIDAD	5
2.2.4.4 EXCELENCIA	5
2.2.4.5 CONFIABILIDAD	4
2.2.5 ORGANIGRAMA DEL TALLER DE MAQUINADOS REPATEX.....	5
2.2.6 DIAGRAMA DE FLUJO	6
2.2.6.1 DESCRIPCIÓN DE DIAGRAMA DE FLUJO:.....	6
2.2.7 MAQUINARIA UTILIZADA.....	7
2.2.7.1 OPERACIONES REALIZADAS EN CADA MAQUINA	8
2.2.8 PRODUCTO.....	8
2.2.9 DESCRIPCIÓN DE PARTES PARA ARMADO DE TABLERO PARA EL ENSAMBLADO DE MANGUERAS PARA AUTO.....	9
2.2.10 RECOLECCIÓN DE DATOS (TIEMPO DE FABRICACIÓN DE TABLERO)	10
2.2.11 FUNCIONES Y ÁREA DE TRABAJO	23
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24





2.3.1 PROBELMAS BASICOS.....	25
2.3.2 2 ALCANCE EN EL AUMENTO DE LA FABRICACION DE TABLEROS, EN ENSAMBLES DE MANGUERAS PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN AUTOMOVILES DENTRO DE LA EMPRESA REPATEX.....	25
2.3.3 LIMITACIONES DEL AUMENTO DE LA FABRICACION DE TABLEROS, EN ENSAMBLES DE MANGUERAS PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN AUTOMOVILES DENTRO DE LA EMPRESA REPATEX.....	25
2.4 OBJETIVOS.....	26
2.4.1 OBJETIVO GENERAL	26
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
2.5 JUSTIFICACIÓN.....	27
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	27
3.1 ¿QUÉ ES LA MANUFACTURA?.....	27
3.1.1 DEFINICIÓN DE MANUFACTURA	31
3.1.2 CAPACIDAD DE MANUFACTURA	32
3.2 DIAGRAMA DE PARETO	34
3.2.1 PARETO PARA PROBLEMAS DE PRIMER NIVEL	35
3.2.2 PARETO PARA CAUSAS O DE SEGUNDO NIVEL	36
3.2.3 RECOMENDACIONES PARA REALIZAR ANÁLISIS DE PARETO.....	38
3.2.4 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE PARETO	45
3.3 ESTRATIFICACIÓN.....	46
3.3.1 EJEMPLO DE ESTRATIFICACIÓN.....	42
3.3.2 RECOMENDACIONES PARA ESTRATIFICAR.....	44
3.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (O DE CAUSA-EFECTO)	45
3.4.1 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	45
3.4.2 MÉTODO DE LAS 5 M.....	46





3.4.3 ASPECTOS O FACTORES A CONSIDERAR EN LAS 5 M	46
3.4.4 MÉTODO TIPO FLUJO DEL PROCESO	48
3.4.5 MÉTODO DE ESTRATIFICACIÓN O ENUMERACIÓN DE CAUSAS	50
3.4.6 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE ISHIKAWA ..	51
3.5 LLUVIA DE IDEAS	52
3.6 DIAGRAMAS DE PROCESO	54
3.6.1 PASOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO	55
3.7 SISTEMAS POKA-YOKE	56
3.8 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	60
3.8.1 OBJETIVO	60
3.8.2 CONTEXTO	60
3.8.3 ETAPAS	60
3.8.4 VENTAJAS	60
3.9 LA TABLA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS	61
3.10 HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ	62
3.11 ERGONOMIA	63
CAPÍTULO 4. DESARROLLO	65
4.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS ..	65
4.1.1 DEPARTAMENTO DE TALLER DE MAQUINADOS	71
4.1.2 PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO	71
4.1.2.1 SELECCIONAR EL TRABAJO	72
4.1.2.2 REGISTROS (FORMATOS)	72
4.1.2.2.1 FORMATO PARA REVISION DE TABLERO	72
4.1.2.2.2 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	73
4.1.2.3 ANALIZAR DETALLES DE LA ESTRUCTURA	79





4.1.2.4 APLICACIÓN DE LO QUE ES SEIS SIGMAS	80
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	85
5.1 RESULTADOS (PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS, MAQUETAS PROGRAMAS, ENTRE OTROS).	85
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	91
6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	91
CAPÍTULO 7. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	93
7.1 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	93
7.2 SEIS SIGMAS.....	93
7.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.....	93
7.4 ESTUDIO DEL TRABAJO.....	93
7.5 PROCESOS DE FABRICACIÓN	94
CAPÍTULO 8. FUENTES DE INFORMACIÓN	95
8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES	95
CAPÍTULO 9. ANEXOS	96
9.1 ANEXOS.....	96





INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de maquinaria utilizada.....	7
Tabla 2 Operaciones en maquina	8
Tabla 3 Toma de tiempos	11
Tabla 4 Datos de ejemplo de Pareto	35
Tabla 5 Datos de Pareto	42
Tabla 6 Artículos defectuosos por tipo de defecto y departamento	43
Tabla 7 Tabla de observaciones de tiempos	62
Tabla 8 Formato de revisión (check list).....	73
Tabla 9 Toma de tiempos antes de mejora	80
Tabla 10 Tabla para diagrama de Pareto	82
Tabla 11 Tabla para estratificación	83
Tabla 12 Principales fallas en el proceso de fabricación de tableros de ensamble para mangueras de enfriamiento.	86
Tabla 13 Toma de tiempos después de la mejora	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama del Taller de maquinados REPATEX.	5
Figura 2 Diagrama de flujo, Descripción: diagrama del proceso de fabricación del tablero.....	6
Figura 3 Tablero final ya terminado en vista 3d	9
Figura 4 Partes de tablero para el proceso de manufactura (Diseño 3D, tablero final), Descripción: dicho tablero es utilizado para el armado de mangueras para el sistema de enfriamiento en los automóviles, teniendo este sistema de manufactura dentro de la empresa AKWEL Orizaba	13
Figura 5 Tablero P6015062A00 seccionado, se muestran todas las partes del tablero de ensamble para mangueras de auto.	14
Figura 6 Guardas de seguridad, Descripción: guarda que protege a los componentes eléctricos y neumáticos del tablero de ensamble de mangueras...	15





Figura 7 Clamp 202-UL, Descripción: utilización de herramienta para la sujeción de los componentes utilizados al realizar el ensamble.....	15
Figura 8 Soporte fixturas, Descripción: bases del tablero para poder realizar el armado del tablero y poder ser funcional.....	16
Figura 9 Soporte Ventana, Descripción: sujeción para colocar el soporte de la paleta (pistón).....	16
Figura 10 Clamp de Inserción REPÁTEX, Descripción: palanca de inserción para realizar el ensamble manguera-conector.	17
Figura 11 Nido (Matriz), Descripción: base de colocación de componente a ensamblar.	18
Figura 12 Soporte para colocación de etiqueta QR, Descripción: base para la colocación de etiquetas QR, de tablero para identificación de cliente.....	19
Figura 13 maneral de carga, Descripción: soportes laterales en cada extremo del tablero para poder ser transportado de un lugar a otro y tener un buen soporte a la hora de ser montada la línea.	20
Figura 14 Soporte para colocación de etiqueta QR, Descripción: soporte utilizado para colocar la manguera que será ensamblada con la etiqueta con orientación determinada por el cliente.....	21
Figura 15 Base de aluminio, Descripción: base utilizada para poder ser ensamblado el tablero completo conteniendo los barrenos a utilizar para poder ser ensambladas las piezas anteriores.....	22
Figura 16 Vista del taller de maquinados REPATEX, Área de maquinado de piezas para ensamble de tablero.....	23
Figura 17 Diagrama de Ishikawa de re trabajo en ensamblado de tablero	26
Figura 18 Proceso de manufactura.....	32
Figura 19 Pareto para problemas en botas.....	36
Figura 20 Pareto para causas: defecto principal por modelo de botas.	38
Figura 21. Diagrama General Ishikawa. Adaptado de “Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EN ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa”	46
Figura 22 Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo flujo de proceso	49





Figura 23 Ejemplo de diagrama de Ishikawa del tipo enumeración de causas.	51
Figura 24 Diagrama de flujo para verificar por qué no funciona una lámpara.....	56
Figura 25 Ejemplo de solución poka-yoke para el ejemplo 6.....	58
Figura 26 Solución poka-yoke para el ejemplo 6.....	59
Figura 27 Antes de mejora (choque en fixturas)	66
Figura 28 Después de mejora (cavidad para evitar choque con fixtura)	66
Figura 29 Antes de estandarización	67
Figura 30 Palanca estandarizada para todo número de parte.....	67
Figura 31 Alineación de clamp de inserción y fixturas	68
Figura 32 Sensor sin guarda.....	69
Figura 33 Sensor con guarda como mejora para evitar el daño del mismo.	69
Figura 34 Barrenos retrabajados por fuera de distancias.....	70
Figura 35 Uso de poka-yoke con barrenos a distancias correctas para evitar retrabajos y realizar trabajos a la primera.	70
Figura 36 componentes en solo una guarda se dañan válvulas por partes eléctricas muy pegadas.....	71
Figura 37 Componentes neumáticos y eléctricos por separado	71
Figura 38 Instrucción de trabajo #1 para armado de base principal para la colocación de fixturas, nido y clamp de inserción.....	74
Figura 39 Instrucción de trabajo #2 para armado de clamp de inserción REPATEX.	74
Figura 40 Instrucción de trabajo #3 para armado de clamp de inserción REPATEX con bases de altura a base principal.	75
Figura 41 Instrucción de trabajo #4 para armado de fixturas en pistón para sujeción de manguera.....	75
Figura 42 Instrucción de trabajo #5 para armado de fixturas en pistón para sujeción de manguera.....	76
Figura 43 Instrucción de trabajo #6 para armado de ventana de seguridad para tablero de ensamble.....	76
Figura 44 Instrucción de trabajo #7 para armado de ventana de seguridad para tablero de ensamble.....	77





Figura 45 Instrucción de trabajo #8 para armado de fixturas y paleta de seguridad en base de aluminio.	77
Figura 46 Instrucción de trabajo #9 para armado de ángulos de sujeción.	78
Figura 47 Instrucción de trabajo #10 para armado de nido para conector y arillo de crimpado.....	78
Figura 48 Instrucción de trabajo #11 para armado de clamp de sujeción de componente.....	79
Figura 49 Instrucción de trabajo #12 para armado de arañado de orientación para manguera y etiqueta QR de identificación de cliente.	79
Figura 50 Diagrama de proceso del proceso de fabricación de tableros	84
Figura 51 Comparación con la ayuda de grafica de barras de tiempos de fabricación del antes y después.	89
Figura 52 Comparación de tiempos en días de fabricación.....	90





CAPITULO 1

PRELIMINARES





RESUMEN

TITULO: Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

AUTOR: Armando Ruiz Martínez.

RESUMEN: REPATEX es una empresa dedicada a la manufactura y reparación de piezas industriales.

Dentro de la empresa se tiene el sistema de producción de tableros de ensamble para mangueras utilizadas en el sistema de enfriamiento en automóviles de acuerdo a las especificaciones del cliente.

La empresa cuenta con 3 naves en diferentes lugares dentro de la región de Orizaba, Veracruz, el lugar donde se realiza el proyecto se encuentra en Privada Poniente 7 No. 2535 colonia Centro Orizaba, Veracruz.

El presente proyecto tiene como objetivo implementar mejoras para la reducción de tiempos en la fabricación de tableros de ensamble de mangueras y así cumplir en tiempo y forma los pedidos requeridos por el cliente y poder tener una mejor planeación en la fabricación de los tableros.

Uno de los principales objetivos que se atacaron en el presente proyecto fue las fallas que se tenían al ensamblar el tablero, teniendo como consecuencia re trabajos tanto en la fabricación y después de haber sido entregado como producto final al cliente final.

La principal falla se dio a conocer en el ensamblado del tablero, esto conllevando a atacar y a mejorar dichas fallas, a lo largo del estudio del proyecto se dio la tarea de mejorar y así poder disminuir tiempos en re trabajos y poder tener en tiempo y forma el producto final para la empresa REPATEX S.A. de C.V.

Mi aportación a este presente proyecto, es la implementación de una instrucción de trabajo para el armado de tablero paso a paso, de igual manera de un formato de revisión para revisión antes de ser entregado a cliente.

Teniendo como mejora la reducción de tiempos, así como los re trabajos y tener una entrega a tiempo, de igual manera los rechazos por algún re trabajo.





ABSTRAC

TITLE: Increase in the manufacture of boards, in hose assemblies for the cooling system in automobiles within the REPATEX Company.

AUTHOR: Armando Ruiz Martinez.

ABSTRAC: REPATEX is a company dedicated to the manufacture and repair of industrial parts.

Within the company there is a production system for assembly boards for hoses used in the cooling system in automobiles according to customer specifications.

The company has 3 warehouses in different places within the region of Orizaba, Veracruz; the place where the project is carried out is in Privada Poniente 7 No. 2535 Colonia Centro Orizaba, Veracruz.

The objective of this project is to implement improvements to reduce time in the manufacture of hose assembly boards and thus fulfill the orders required by the client in a timely manner and be able to have better planning in the manufacture of the boards.

One of the main objectives that were attacked in this project was the failures that occurred when assembling the board, resulting in rework both in manufacturing and after being delivered as a final product to the end customer.

The main fault was revealed in the assembly of the board, this leading to attack and improve these faults, throughout the study of the project the task was given to improve and thus be able to reduce times in rework and be able to have in a timely manner the final product for the company REPATEX SA of C.V.

My contribution to this present project is the implementation of a work instruction for the assembly of the board step by step, as well as a check list format for review before being delivered to the client.

Having as an improvement the reduction of times, as well as the rework and having a delivery on time, in the same way the rejections for some rework.





CAPITULO 2

GENERALIDADES



2.1 INTRODUCCIÓN

Dentro del ramo industrial toda ha ido revolucionando constantemente donde la fabricación de maquinados que anteriormente se realizaban con tornos y fresadoras convencionales, ahora en la actualidad se opta por la opción de revolucionar la empresa en conjunto con las herramientas de trabajo donde la empresa opto por el mejoramiento y actualización de las máquinas de trabajo.

REPATEX S.A de C.V. es una empresa que lleva conformada ya hace más de 35 años, perteneciendo al sector de maquinados. El crecimiento de la empresa ha sido paulatino, peros se ha dado de manera constante, lográndose actualmente contar con un buen número de maquinaria empleada en la fabricación de piezas especiales para diferentes empresas.

Su sistema de producción es por requerimiento de sus clientes donde se fabrican los tableros de acuerdo al seguimiento de las especificaciones del cliente.

Esta empresa tiene un problema hablando en general dentro del diseño, la planeación, la programación de la maquinaria, el seguimiento y el ensamblado de sus tableros, donde se observan retrasos en la fabricación, tiempos no productivos en la empresa y re trabajos innecesarios.

Dando solución al problema en específico se propone la mejora de su proceso de esta empresa basándome en el proceso de fabricación de los tableros de manguera que se entregan a la empresa AKWEL, Orizaba, mi interés es poder tener una mejor comunicación dentro de la empresa REPATEX y así tener un mejor flujo en el proceso de fabricación.

El presente trabajo describe el proceso y las características de cada pieza del tablero de ensamble para mangueras, se realiza dentro de la empresa la toma de tiempo de diseño, de programación de la maquinaria CNC, y el tiempo de maquinado.

Se contemplan los re trabajos y la falta de conocimiento del personal que realiza el ensamblado del tablero ya que no se cuenta con el conocimiento suficiente por ser nuevos proveedores de tableros y es por ello una causa de re trabajos.



2.1 ANTECEDENTES

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

REPATEX es una empresa que se formó por los años 60 por los ingenieros (9) al principio de dicho proyecto se dedicaban a la fabricación de tuberías (9). Viendo la necesidad que se presentaba por la demanda de maquinados industriales se dio inicio a REPATEX en la ciudad de Orizaba, Veracruz . La evolución de la maquinaria (torno, fresadora) dio como resultado que la empresa diera un giro dentro de la tecnología se vio la necesidad de adquirir maquinaria con mejor tecnología como lo fue un Centro de Maquinado Computarizado y un torno CNC.

La empresa fue conocida poco a poco dentro del ramo metalmecánico esto llevo a que la empresa adquiriera más clientes y se expandiera un poco más, teniendo hoy en la actualidad clientes dentro de la región y a sus alrededores.

Debido a la demanda obtenida en el corto plazo se vio la necesidad de ampliar sus instalaciones en el año de (9) REPATEX vio la necesidad de realizar una nave que le permitiera cumplir con los estándares y necesidades de sus clientes.

2.2.1 SUS CLIENTES MÁS IMPORTANTES DENTRO DE LA REGIÓN SON:

- *Productos químicos naturales, S.A de C.V.
- *Schering de México S.A de C.V. (Planta Orizaba)
- *Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma S.A de C.V.
- *Internacional Paper Emp.Ind. S.A de C.V.
- *Cementos Apasco S.A de C.V.
- *Concretos Apasco S.A de C.V.
- *AKWEL Orizaba México, S.A de C.V.
- *Comisión Federal de electricidad
- *Schettino hermanos, S.A de C.V



2.2.1.1 CLIENTES FORÁNEOS:

- *Arcelormittal Tultitlan, S.A de C.V.
- *Arcelormittal Calbalsas, S.A de C.V.
- *Arcelormittal Córdoba, S.A de C.V.
- *Arcelormittal lázaro Cárdenas, S.A de C.V.
- *Temple industrial, S.A de C.V.
- *Siderurgica lázaro Cárdenas las-truchas, S.A de C.V.
- *Siderurgica del bajo, s S.A de C.V.
- *Comisión Federal de Electricidad Tuxpango, ver S.A de C.V.

2.2.2 MISIÓN

Somos una empresa dedicada a la fabricación de piezas especiales para la industria en general y para sus clientes, con el compromiso de ofrecer un servicio personalizado y eficiente, así como materiales de calidad, ajustándonos a las necesidades de los mismos.

2.2.3 VISIÓN

En REPATEX queremos establecernos como una empresa confiable, aprovechando la tecnología con que contamos a fin de brindar un servicio de calidad con costos y tiempos óptimos.

2.2.4 VALORES

2.2.4.1 HONESTIDAD

Somos una empresa honesta que te brinda soluciones reales y factibles para el desarrollo de tu empresa.

2.2.4.2 LEALTAD

Una permanente actitud de respeto y preocupación ante los requerimientos de los clientes internos y externos y consumidor final, así como una constante investigación de sus necesidades.



2.2.4.3 RESPONSABILIDAD

Actitud de compromiso y responsabilidad con las labores encomendadas, visualizando las mismas como parte de un engranaje mayor y como elementos claves para el éxito total de la empresa.

2.2.4.4 EXCELENCIA

Constante preocupación y ejecución de acciones concretas para suministrar productos y servicios que cumplan con las expectativas de los clientes en cuanto a tiempo, costo, calidad y eficiencia en los procesos que se aplican en todas las etapas de la cadena productiva considerando la protección del medio ambiente.

2.2.4.5 CONFIABILIDAD

Actuación empresarial y de sus funcionarios en apego a la legalidad, criterios técnicos y principios éticos, así como una adecuada información a las instituciones interesadas y a la ciudadanía.



2.2.5 ORGANIGRAMA DEL TALLER DE MAQUINADOS REPATEX

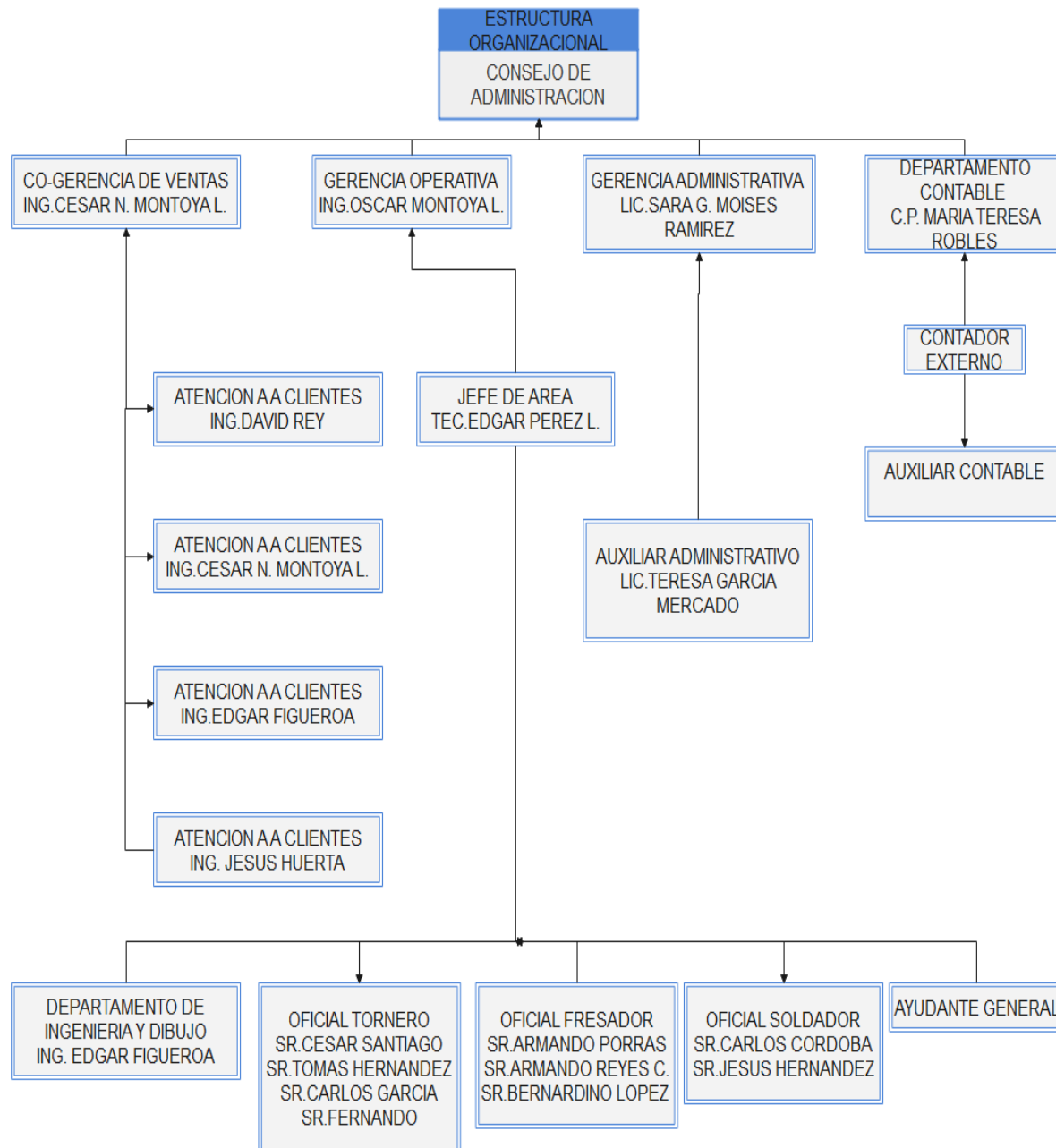


Figura 1 Organigrama del Taller de maquinados REPATEX.



2.2.6 DIAGRAMA DE FLUJO

Se describe el proceso que se sigue para poder obtener el producto final

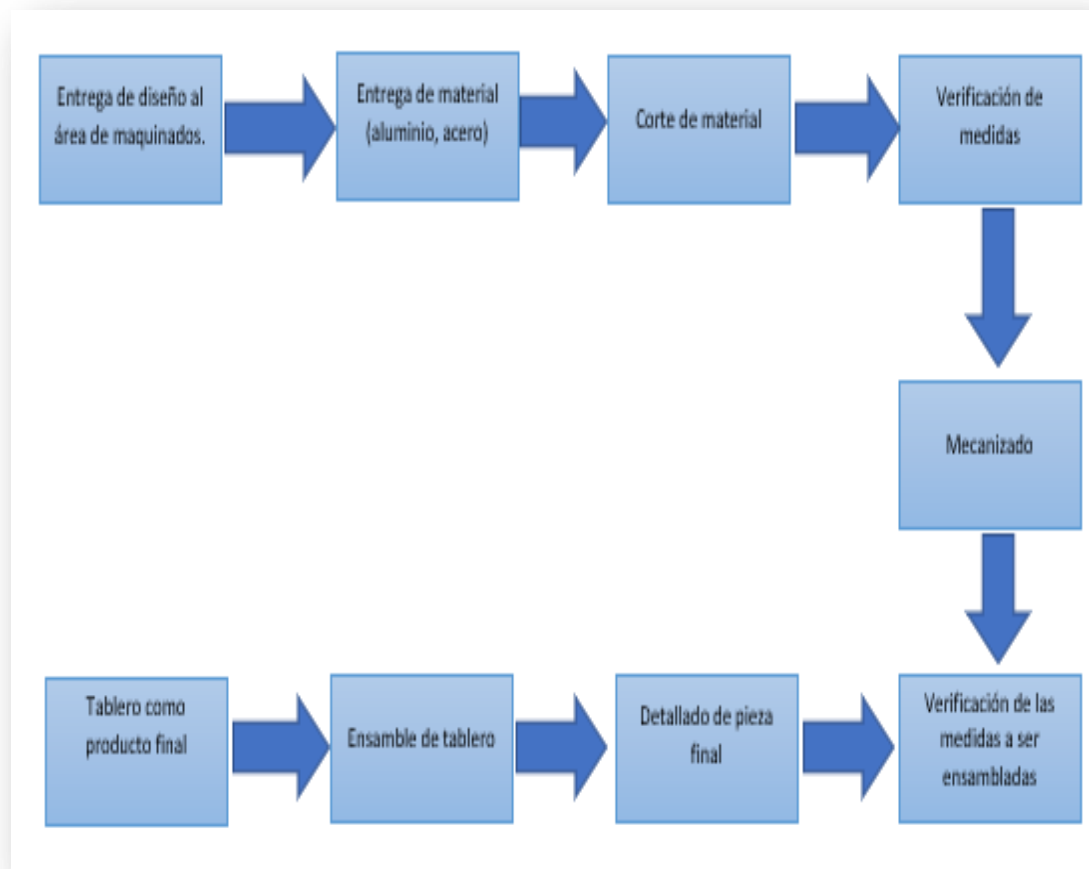


Figura 2 Diagrama de flujo, Descripción: diagrama del proceso de fabricación del tablero

DESCRIPCIÓN DE DIAGRAMA DE FLUJO:

Entrega de diseño al área de maquinados:

Se entrega al área de maquinados CNC los dibujos realizados en Catia V5 para poder ser realizados los programas de maquinado en el programa de Master Cam y así simular las fallas posibles antes de ser maquinadas las partes a ensamblar.

Entrega de material:



Se verifica el material a utilizar (Acero, aluminio) y es entregado al operador encargado de medir y cortar el material, medidas entregadas al operador, por parte del operador CNC.

Corte de material:

Se tiene una cortadora de sierra transversal donde el ayudante general realiza los cortes ya antes establecidos y con el material previamente proporcionado.

Verificación de medidas:

Se verifica en el área de maquinados que el material cortado cuente con las medidas correctas antes de darle forma a la pieza a ser maquinada.

Detallado de pieza final:

Se realizan los detalles de la pieza antes de ser ensambladas en el tablero, como por ejemplo se retiran rebabas o filos, se realiza machueleado a cuerdas solicitadas previamente para la tornillería adecuada a ocupar.

Ensamble de tablero:

Se realiza el ensamble de las piezas previamente maquinadas por el ayudante general.

Tablero como producto final:

Se realiza verificación de funcionamiento de tablero, de acuerdo a tolerancias otorgadas, se envuelven los tableros en bolsas transparentes, se revisa facturas y se entrega a cliente final.

2.2.7 MAQUINARIA UTILIZADA

Se realiza registro de la maquinaria utilizada para el proceso de ensamble de tableros.



Tabla 1 Descripción de maquinaria utilizada

MAQUINARIA UTILIZADA	
MAQUINA	CANTIDAD
CENTRO DE MAQUINADO	1
TORNO CONVENCIONAL	1
FRESADORA	1
TALADRO DE BANCO	1
SIERRA	1
EQUIPO DE SOLDADURA	1

2.2.7.1 OPERACIONES REALIZADAS EN CADA MAQUINA

Se describe en la presente tabla la maquinaria y su descripción de su operación para llegar al proceso final.

Tabla 2 Operaciones en maquina

MAQUINARIA UTILIZADA	
MAQUINA	OPERACIÓN
CENTRO DE MAQUINADO (FRESADORA VERTICAL CNC MARCA HASS MODELO TM 1 EJES X, Y, Z.)	CAREADO, CONTORNO, APROXIMADO, TERMINADO
TORNO CONVENCIONAL SN63B/4000 MARCA TOS	MAQUINADO DE BUJES
FRESADORA UNIVERSAL FGD/32 MARCA TOS CABEZA VERTICAL Y CABEZA DIVISOR	BARRENADO DE GUARDAS DE SEGURIDAD
TALADRO PEDESTAL HASTA 1 " MARAC ZEMA	BARRENOS RECTIFICADOS
SIERRA CINTA DE 14 " MARCA HYP-MECH	CORTADO DE MATERIAL
PLANTA DE SOLDAR VERTICAL MODELO CD/250 MARCA LINCOLN THERMAL	SOLDADURA DE PIEZAS MECANICAS



2.2.8 PRODUCTO

Tablero de ensamble de mangueras para el sistema de enfriamiento.

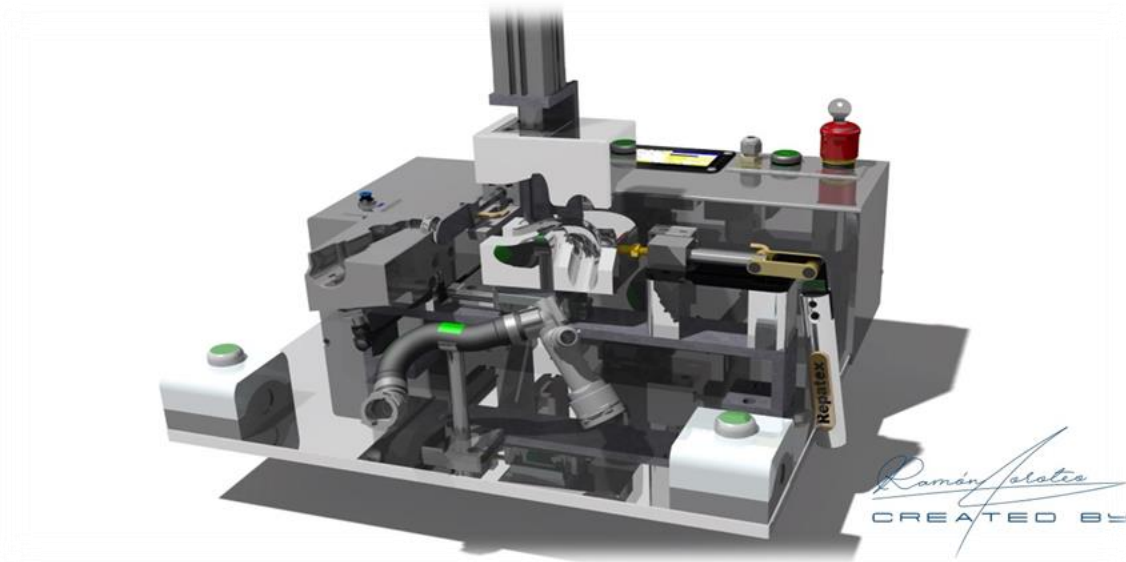


Figura 3 Tablero final ya terminado en vista 3d

2.2.9 DESCRIPCIÓN DE PARTES PARA ARMADO DE TABLERO PARA EL ENSAMBLADO DE MANGUERAS PARA AUTO.

Tablero P6015062A00: Dicho tablero es utilizado para el armado de mangueras para el sistema de enfriamiento en los automóviles, teniendo este sistema de manufactura dentro de la empresa AKWEL Orizaba.

Tolva: Guarda que protege a los componentes eléctricos y neumáticos del tablero de ensamble de mangueras.

Clamp (sujeción) 202-UL: Utilización de herramienta para la sujeción de los componentes utilizados al realizar el ensamble.

Soporte fixturas: Bases del tablero para poder realizar el armado del tablero y poder ser funcional.

Fixturas: Diseño en forma de la manguera a utilizar para realizar ensambles y utilizado como poka-yoke para evitar errores.

Soporte para ventana de seguridad: sujeción para colocar el soporte de la paleta (pistón).



Ventana de seguridad: poka-yoke utilizado para el funcionamiento correcto del herramental para evitar una falta de componente y así asegurar la calidad del producto.

Soporte clamp (inserción) REPATEX: sujeción de soporte para colocar clamp de inserción fabricado por REPATEX.

BASE NIDO: base para sujeción de nido (soporte de componente para ensamble de manguera.

Nido: Base de colocación de componente a ensamblar.

Dispensador de QR: Base para la colocación de etiquetas QR de tablero para identificación de cliente.

Soporte para colocación de QR: Soporté para colocar manguera y etiqueta QR según a orientación del cliente

Maneral de soporte: maneral de soporte para transportar tablero y ser mas ergonómico para el operador que realiza el set-up en líneas de producción en AKWEL, Orizaba.

Base aluminio: Base utilizada para ensamblar todas las partes mecánicas maquinadas por el operador CNC.

2.2.10 RECOLECCIÓN DE DATOS (TIEMPO DE FABRICACIÓN DE TABLERO)

Antes de enfocarme directamente al proyecto, me relacione con el proceso desde cero conociendo cada componente utilizado y el proceso de fabricación del maquinado.

A continuación, se muestra la tabla con los tiempos de fabricación de un tablero de ensamble tiempo tomado en minutos.

Tabla 3 Toma de tiempos



Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

TOMA DE TIEMPOS EN MINUTOS (POR TABLERO DE ENSAMBLE)											
PROCESO	NUMERO DE PIEZAS	DISEÑO	PROGRAMADO	CORTE DE MATERIAL	CONTORNO	APROXIMADO	TERMINADO	RETRABAJO	ENSAMBLADO Y DETALLADO	TIEMPO TOTAL INVERTIDO	TOTAL EN HORAS
TOLBA	2	60		20			40	30	120	272	4.5
BASE CLAMP 202-UL	3	20		15						38	0.6
SOPORTE FIXTURAS	2	60		5				15		82	1.4
Fixturas	4	45	120	40	240	360	360	180	60	1409	23.5
Soporte Ventana	3	60		15					30	108	1.8
Clamp de Inserción Repatex	1	30	150	5	100	100	80	40	30	536	8.9
Nido (Matriz)	1	80	180	20	240	300	240	120	30	1211	20.2
Dispensador QR	1	30		15					30	76	1.3
Maneral	2	20		5					60	87	1.5
Base Nido	1	20	30	5	25	20	20	0	20	141	2.4
Base Soporte Fixturas	5	45	100	30	150	100	100	50	50	630	10.5
Base Aluminio	1	30	30		40	40	20	45	120	326	5.4
Soporte para colocación de QR	1	20	10	5	15	10	10	0	30	101	1.7
HART MAN	1	180	20	10	25	20	15	0	20	291	4.9
PALETA	1	15	0	15	0			15	30	76	1.3
SOPORTE PISTON	1	20	20	5	20	15	15	0	20	116	1.9
										5500	91.7
										TOTAL TIEMPO EN MINUTOS	TOTAL TIEMPO EN HORAS
										11.46	
										TOTAL EN DIAS	
										2	
										TOTAL EN SEMANAS	

Nota: Recolección de tiempos de fabricación de tablero por tablero (12 días de fabricación).

Tablero realizado en Catia V5

Diseño 3D:

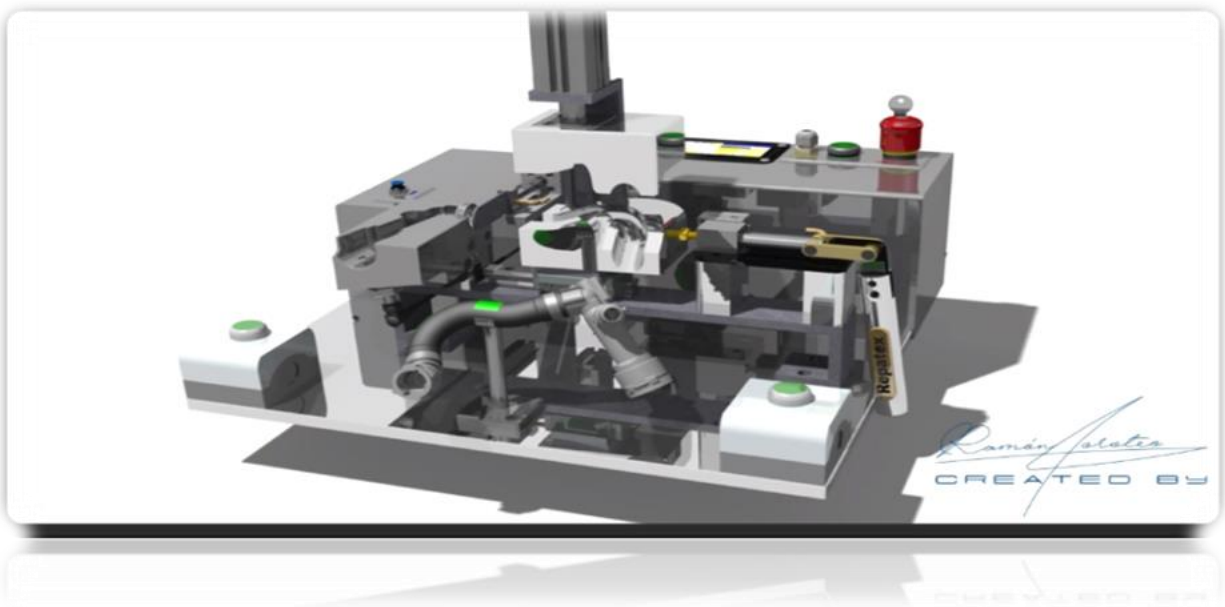




Figura 4 Partes de tablero para el proceso de manufactura (Diseño 3D, tablero final), Descripción: dicho tablero es utilizado para el armado de mangueras para el sistema de enfriamiento en los automóviles, teniendo este sistema de manufactura dentro de la empresa AKWEL Orizaba

Tablero final:



FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.

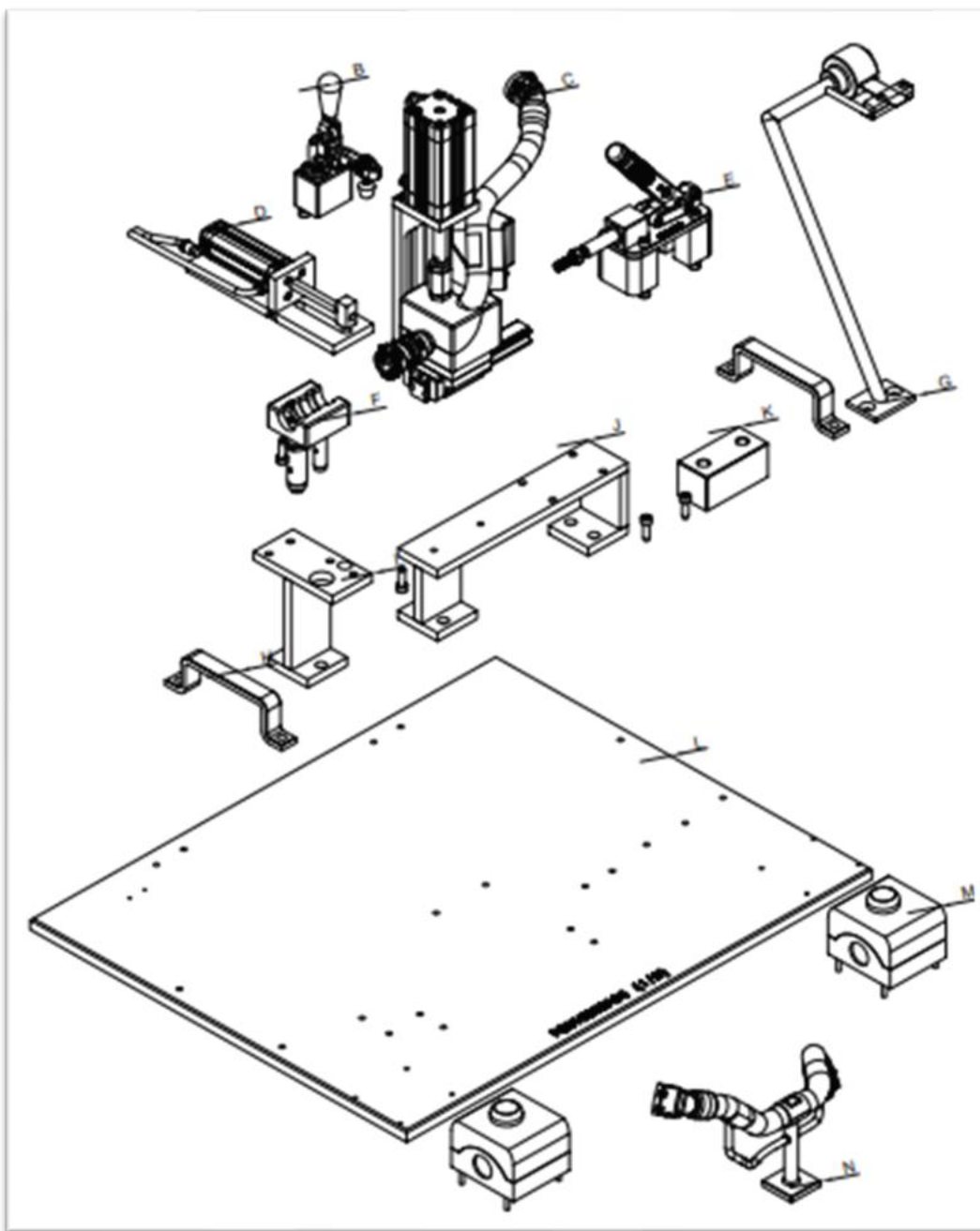
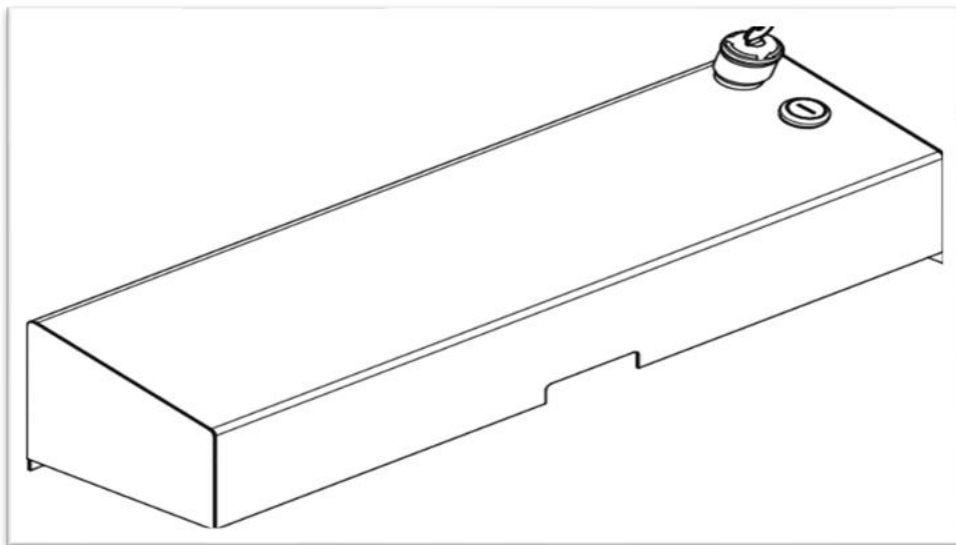


Figura 5 Tablero P6015062A00 seccionado, se muestran todas las partes del tablero de ensamble para mangueras de auto.

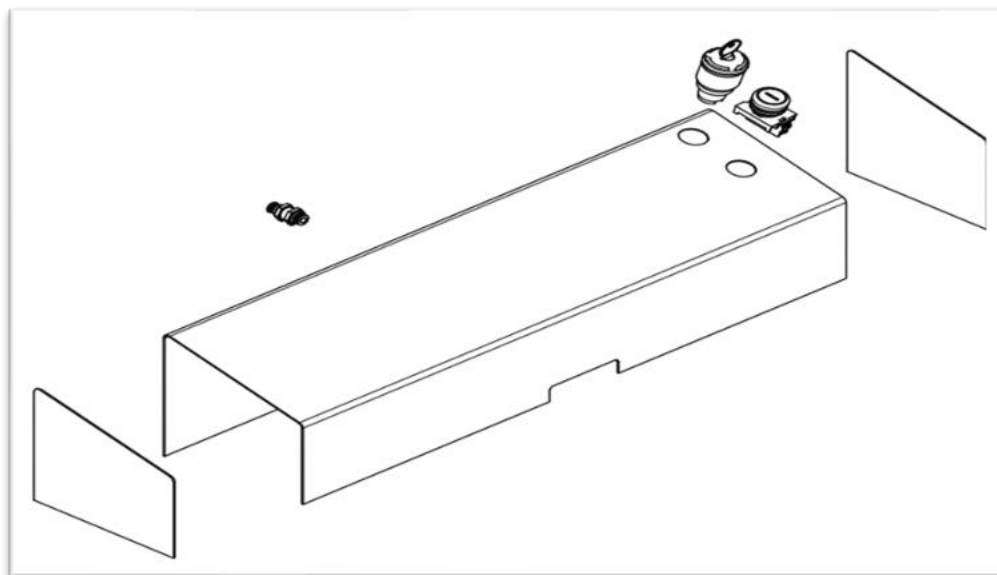
FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Guardas de seguridad



Vista isométrica



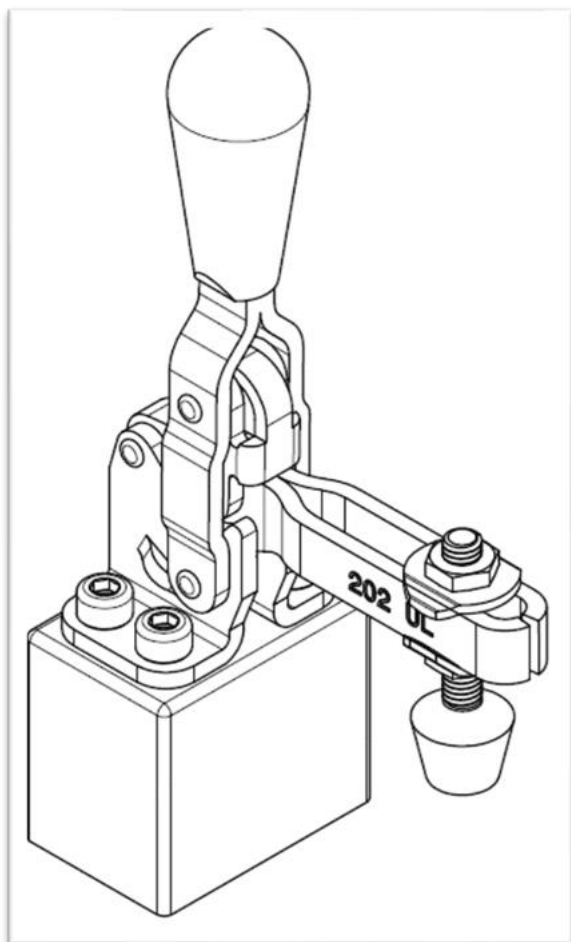
Vista seccionada

Figura 6 Guardas de seguridad, Descripción: guarda que protege a los componentes eléctricos y neumáticos del tablero de ensamble de mangueras.

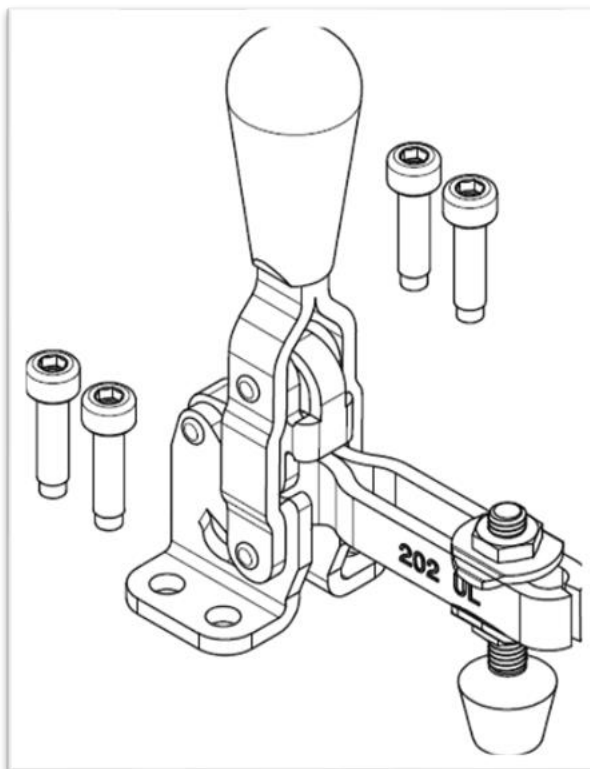
FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Clamp 202-UI. Para sujeción de componentes.



Vista Isométrica



Vista seccionada

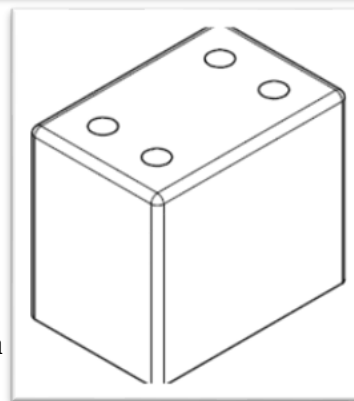
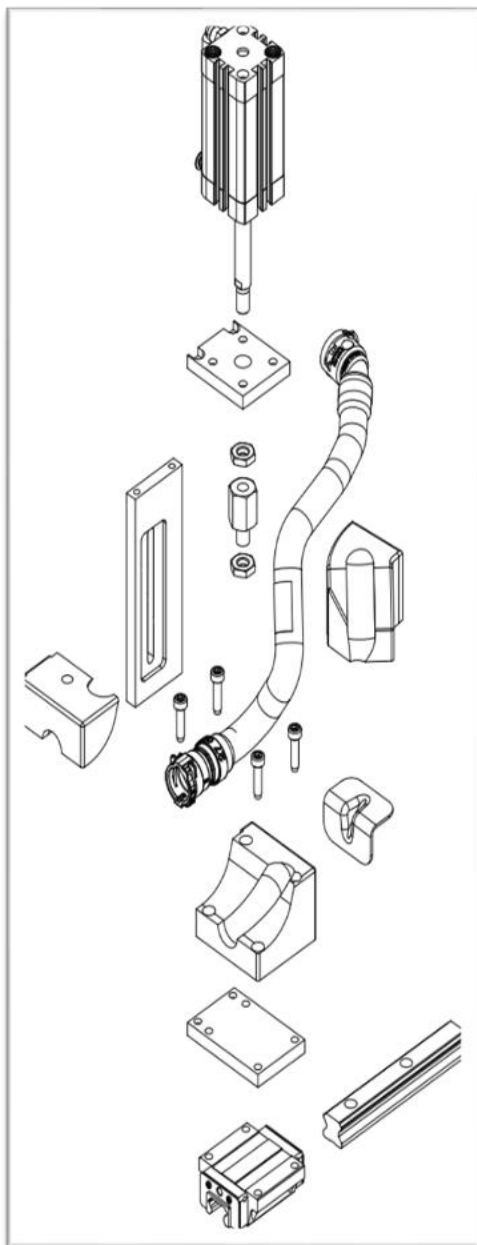


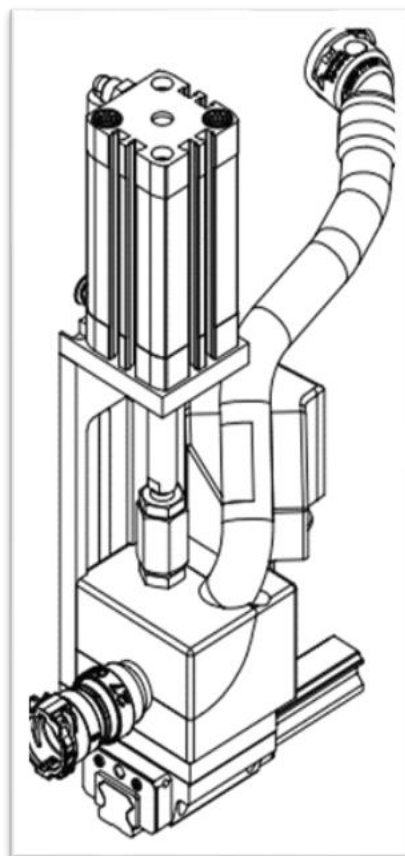
Figura 7 Clamp 202-UI, Descripción: utilización de herramienta para la sujeción de los componentes utilizados al realizar el ensamble

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.

Soporte para fixturas.



Vista seccionada



Vista Isométrica

Figura 8 Soporte fixturas, Descripción: bases del tablero para poder realizar el armado del tablero y poder ser funcional.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.

Soporte para paleta de seguridad

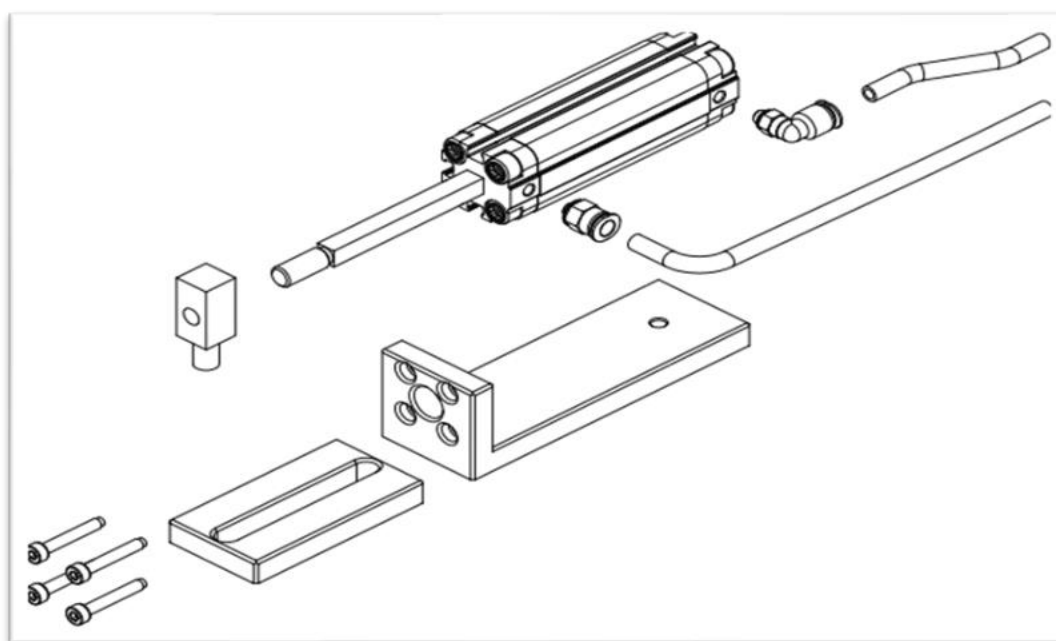
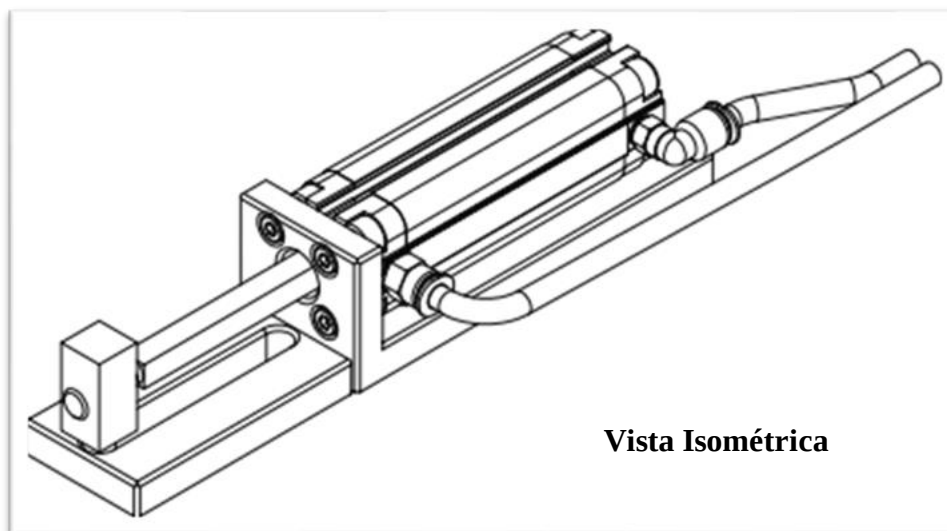
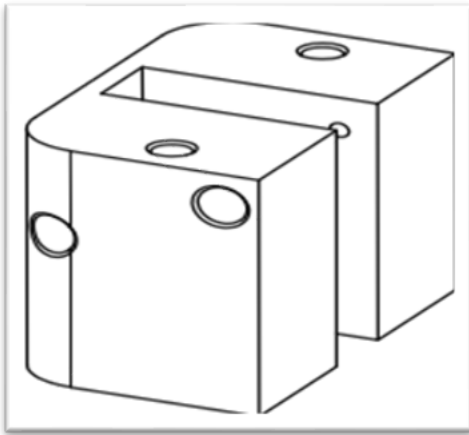
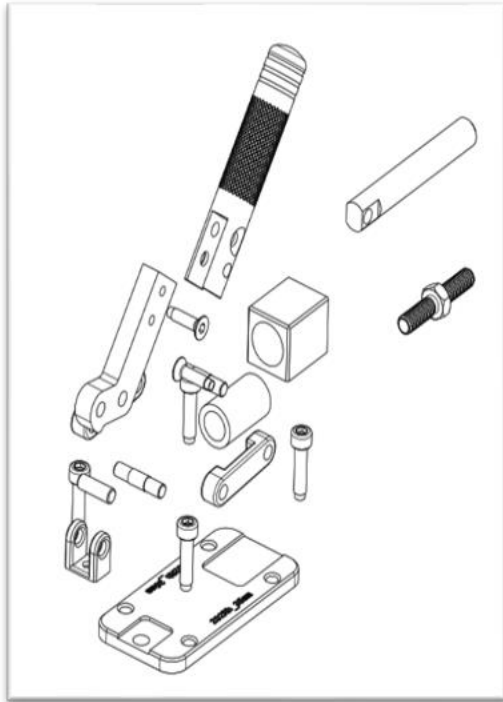


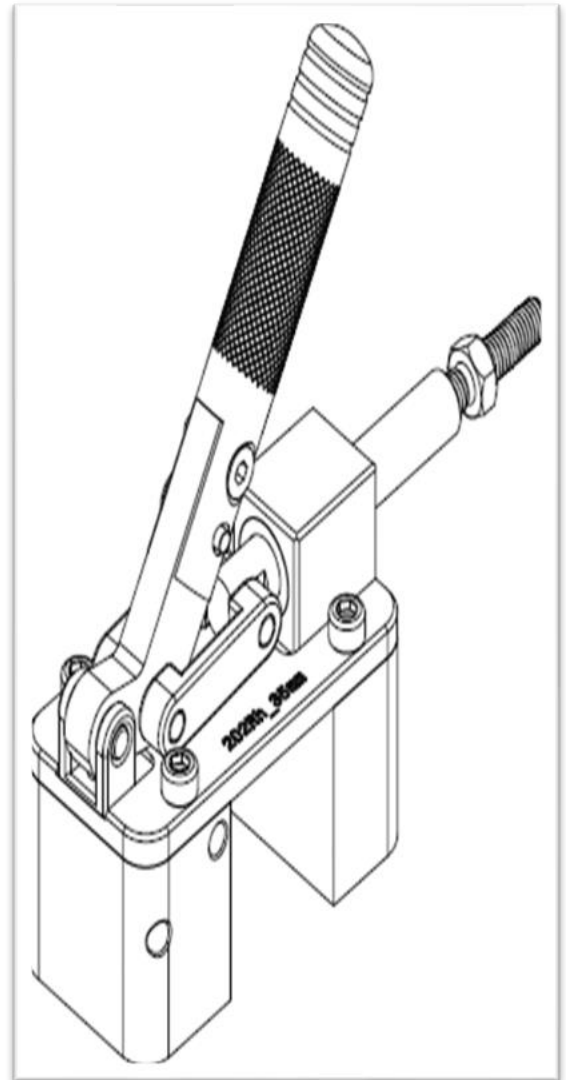
Figura 9 Soporte Ventana, Descripción: sujeción para colocar el soporte de la paleta (pistón).

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.

Clamp de inserción REPATEX.



Vistas Seccionada



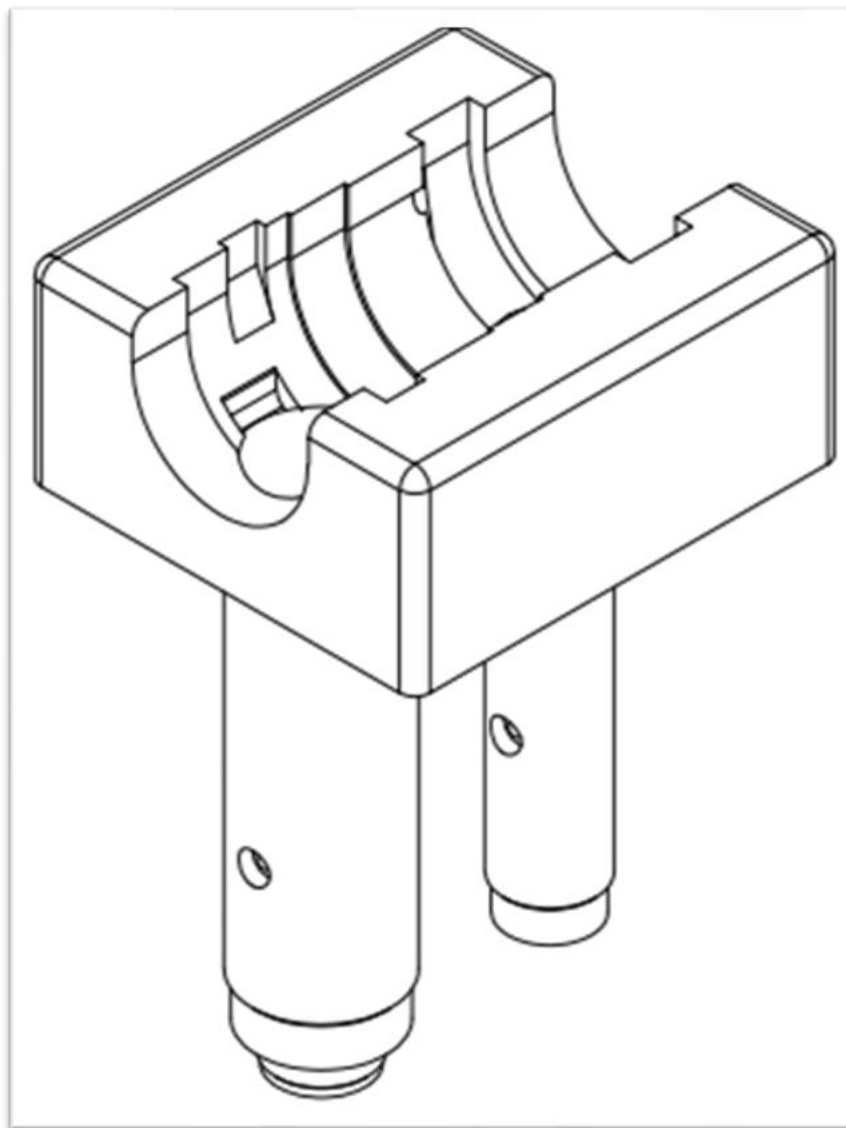
Vista Isométrica

Figura 10 Clamp de Inserción REPÁTEX, Descripción: palanca de inserción para realizar el ensamble manguera-conector.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Nido para componentes (conector, arillo de crimpado)



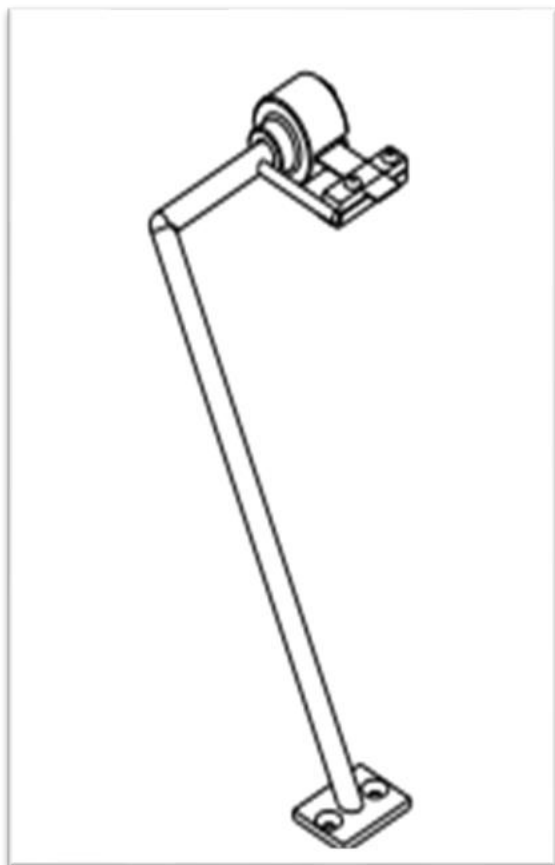
Vista Isométrica

Figura 11 Nido (Matriz), Descripción: base de colocación de componente a ensamblar.

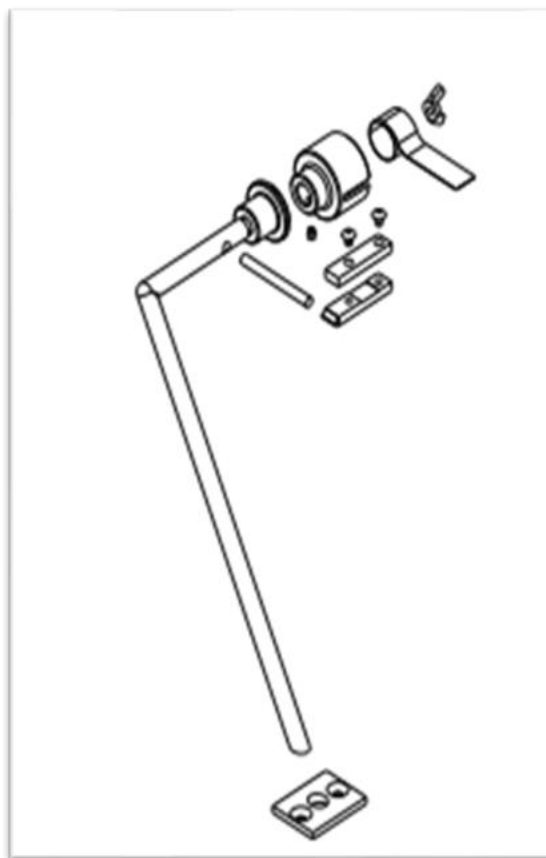
FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Soporte para colocación de etiqueta QR.



Vista Isométrica



Vista Seccionada

Figura 12 Soporte para colocación de etiqueta QR, Descripción: base para la colocación de etiquetas QR, de tablero para identificación de cliente.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Maneral de carga para transporte de herramental.

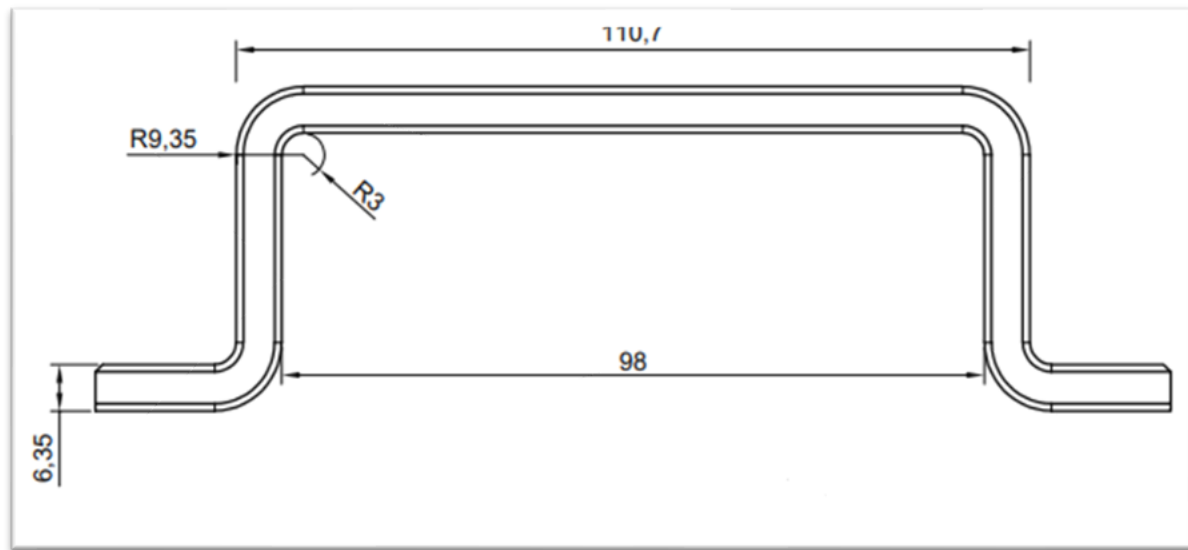
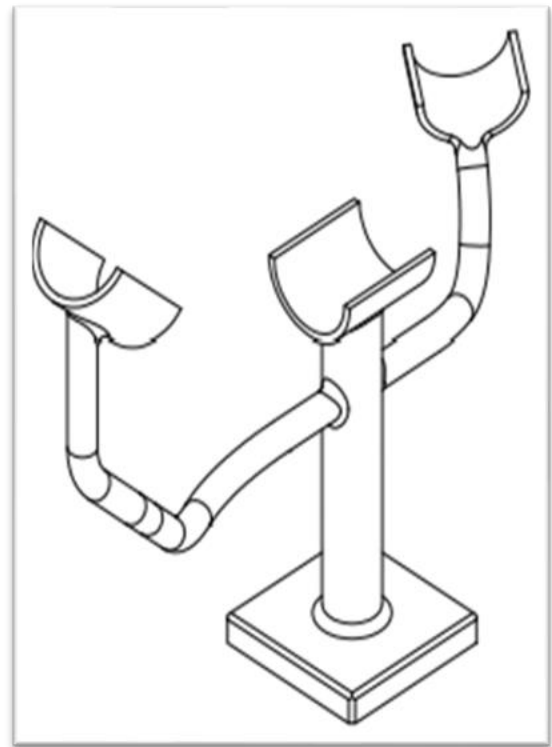
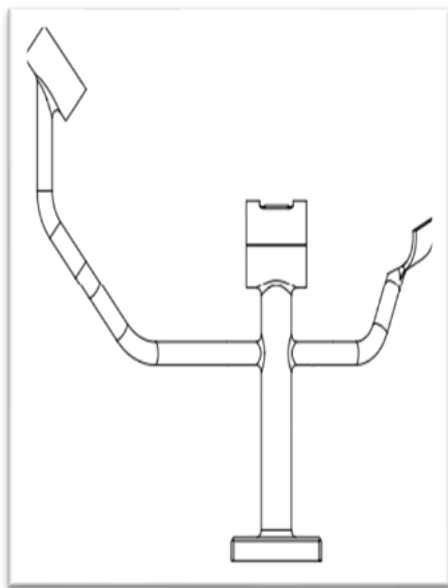


Figura 13 maneral de carga, Descripción: soportes laterales en cada extremo del tablero para poder ser transportado de un lugar a otro y tener un buen soporte a la hora de ser montada la línea.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Soporte etiqueta QR para identificación del cliente.



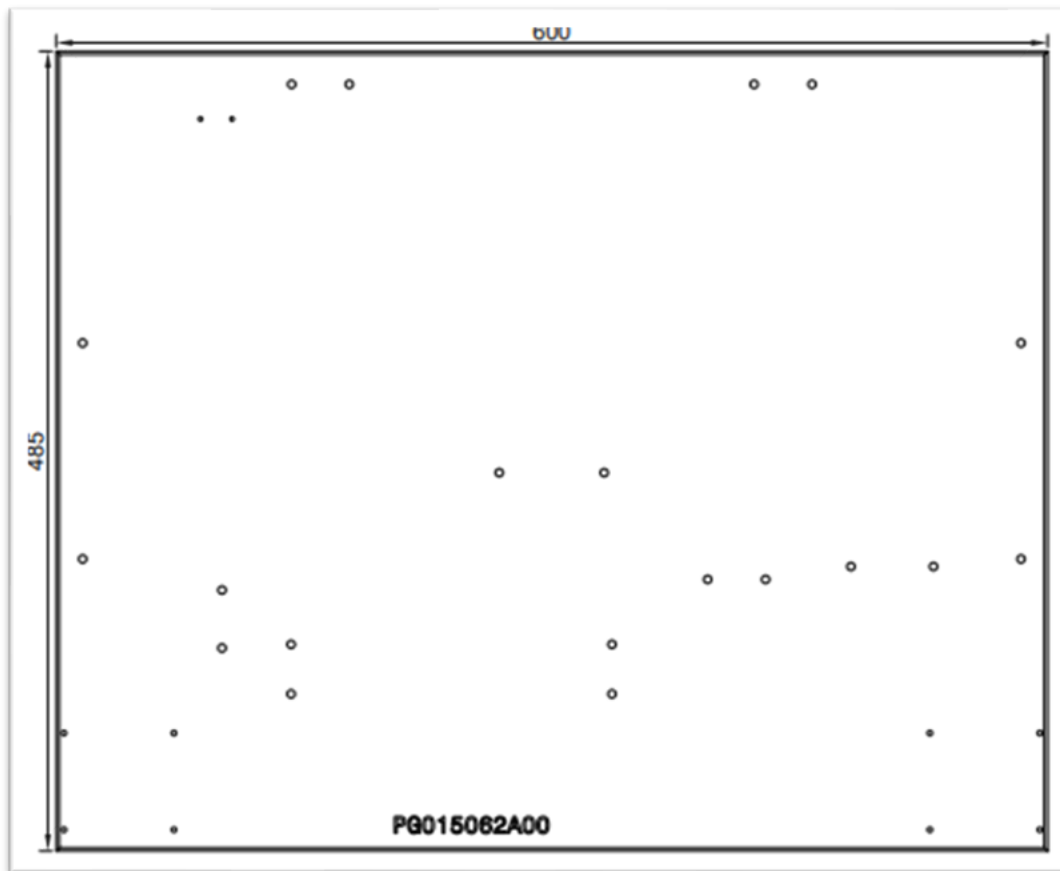
Vista Isométrica

Figura 14 Soporte para colocación de etiqueta QR, Descripción: soporte utilizado para colocar la manguera que será ensamblada con la etiqueta con orientación determinada por el cliente.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Base de aluminio barrenada.



Vista Isométrica

Figura 15 Base de aluminio, Descripción: base utilizada para poder ser ensamblado el tablero completo conteniendo los barrenos a utilizar para poder ser ensambladas las piezas anteriores.

FUENTE: REPATEX S.A. de C.V.



Figura 16 Vista del taller de maquinados REPATEX, Área de maquinado de piezas para ensamble de tablero

FUENTE: PROPIA

2.2.11 FUNCIONES Y ÁREA DE TRABAJO

- Reducción de re trabajos de fabricación.

Se realiza dentro del taller de maquinados industriales REPATEX la búsqueda de mejoras desde el diseño para poder trabajar sin tantos re trabajos a la hora de maquinar las piezas para el producto final, implementando la poca experiencia que se tiene dentro del ámbito automotriz.

- Implementación de mejora en la fabricación de tableros para el proceso de manufactura.



Se busca mejorar la fabricación de los tableros, realizando mejoras que ayuden a cumplir con los requerimientos del cliente AKWEL, Orizaba y así poder seguir siendo rentable.

- Implementación de herramientas para la mejora.

Se busca la capacitación del personal que realiza el ensamblado de los tableros para así poder conocer las orientaciones, tolerancias y requerimiento de cada tablero a ser ensamblado, ya que solo por idea se ensambla sin saber que estos conllevan especificaciones y requerimientos por parte del cliente como lo son la importancia de cada Poka-yoke implementado y sobre todo la seguridad de tener un tablero donde se pueda trabajar correctamente y así no poner en riesgo la seguridad de nuestro cliente final.

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales causas que hacen que el proceso de fabricación se retarde son los retrabajos en el taller, ya que como producto nuevo para dicha empresa no se cuenta con los conocimientos suficientes ni las bases de inicio para tener un proceso no tan complejo, se realiza el armado del tablero de ensamble con las piezas proporcionadas tomando en cuenta solo el diseño, no se sigue una secuencia ya que esto ayudaría a su facilidad a la hora de armar y así poder evitar retrabajos cuando este ya se culminó, ya que se valida después de haber terminado el ensamble sin tener en cuenta las rutas, los límites de las piezas, provocando choques entre las piezas y esto influye en el ensamblado de la manguera para auto ya que no permite una buena posición y es donde entra el retrabajo, para dar las tolerancias correctas.

Se busca implementar una mejora, ya que no se cuenta con conocimiento del proceso en el armado de tableros de ensamble para mangueras por parte del operador que realiza el ensamble del tablero, ni con un stock dentro de su fabricación, esto último nos ayudaría lo suficiente en el ahorro de tiempo en su armado ya como producto final.



Por otra parte, en el área de diseño se desconoce las importancias que el cliente requiere del tablero para poder satisfacer sus necesidades, esto conllevando a re trabajos o inconformidad a la hora de entregar el producto ya terminado.

Prosiguiendo por la parte del diseño, si se tuviera la suficiente información para poder realizar un diseño eficaz y así evitar re trabajos a la hora del maquinado y ensamblado.

2.3.1 PROBELMAS BASICOS

Falta de stock en la fabricación de tableros ya que se tiene que realizar las partes mecánicas en cada nuevo proyecto, así como la falta de un orden en la herramienta de trabajo que se utiliza.

HIPOTESIS

Implementar un sistema de planificación y organización en el proceso de armado de tableros de ensamble, que incluya una secuencia de armado estándar, un manual de instrucciones para el operador, un sistema de gestión de stock y herramientas, comunicación efectiva entre el área de diseño y producción. resultará en una disminución significativa de los retrabajos y en una mejora notable de la eficiencia del proceso de fabricación de tableros de ensamble para mangueras de sistemas de enfriamiento, lo que a su vez elevará la calidad del producto final y la satisfacción del cliente.

2.3.2 2 ALCANCE EN EL AUMENTO DE LA FABRICACION DE TABLEROS, EN ENSAMBLES DE MANGUERAS PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN AUTOMOVILES DENTRO DE LA EMPRESA REPATEX.

Se tiene el apoyo del gerente de ventas dentro del taller de maquinados REPATEX y se cuenta con toda la disposición para poder alcanzar la meta de este proyecto.

2.3.3 LIMITACIONES DEL AUMENTO DE LA FABRICACION DE TABLEROS, EN ENSAMBLES DE MANGUERAS PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN AUTOMOVILES DENTRO DE LA EMPRESA REPATEX.

Este presente proyecto se limita en tiempo ya que se cuentan con las limitantes de fallas dentro del proceso, como lo son los re trabajos por falta de capacitación al personal



encargado de ensamblar las partes del tablero de ensamble, esto nos lleva de la mano a atacar dichos problemas e ir reduciendo tiempos en su proceso y así poder cumplir con nuestros objetivos establecida.

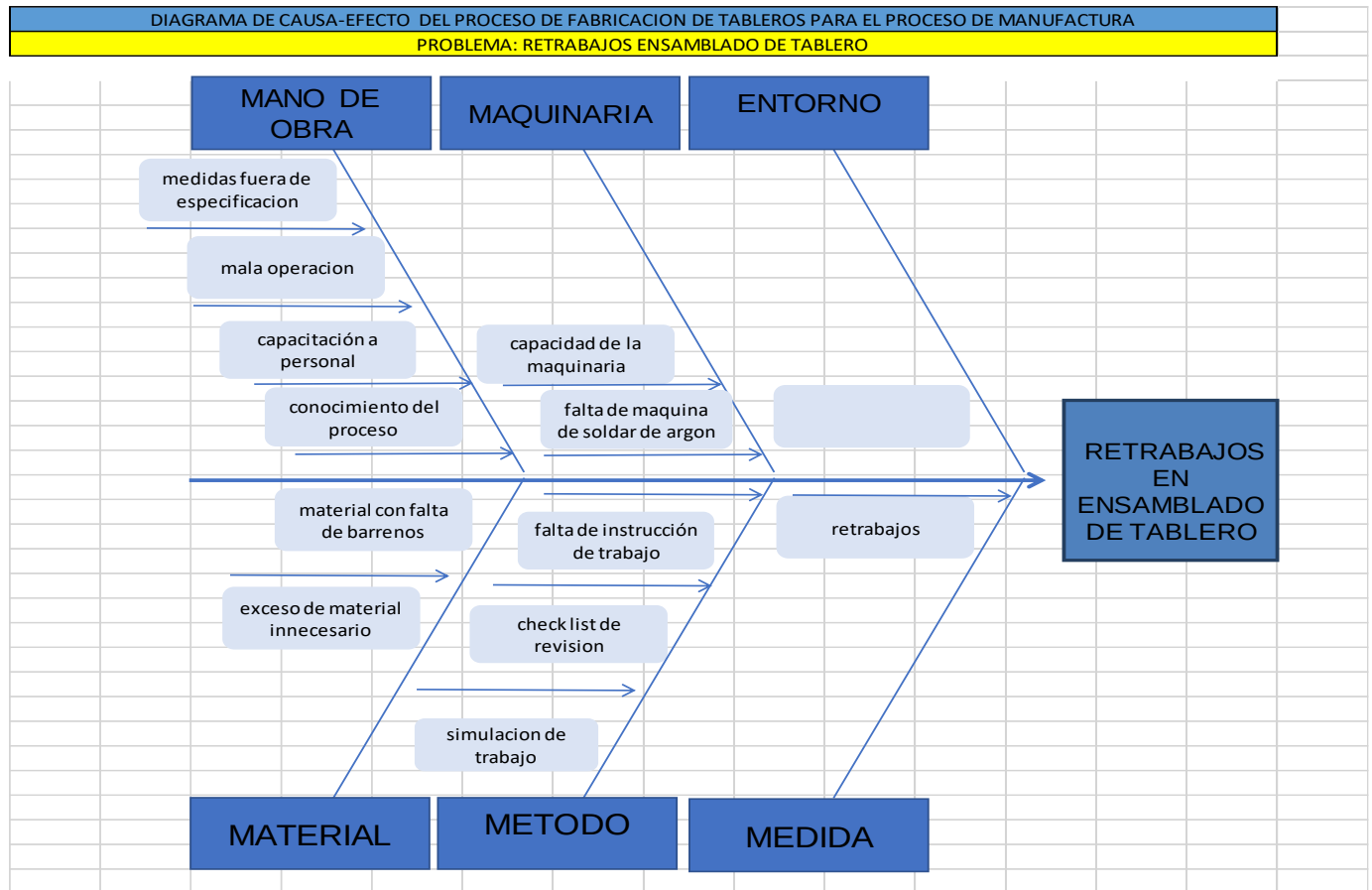


Figura 17 Diagrama de Ishikawa de re trabajo en ensamblado de tablero

Fuente propia

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Aumento de fabricación y reducción de los re trabajos en la fabricación de tableros para el proceso de manufactura, buscando la solución para que el proceso sea más eficiente y se cumplan los pedidos en tiempo y forma.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cumplimiento en tiempo y forma de los tableros solicitados.



2. Aumento de la productividad.
3. Reducción de re trabajos.
4. Rentabilidad dentro de Planta AKWEL Orizaba, siendo proveedor nuevo en tableros para el proceso de manufactura.

2.5 JUSTIFICACIÓN

Contando con el aumento de la demanda por parte de la empresa manufacturera AKWEL Orizaba, se opta por mejorar la producción de tableros y disminuir los re trabajos y rechazos en la fabricación de tableros para el proceso de manufactura.

Siendo proveedor nuevo en la fabricación de tableros para el proceso de manufactura en la empresa AKWEL Orizaba, se busca posicionarse como número uno en la fabricación de tableros teniendo en cuenta mejorar el proceso y aumentar la productividad de este proceso de fabricación y así aumentar la demanda ya requerida, ofertando nuestros servicios de fabricación de piezas industriales, entrando en la competencia con proveedores dentro de este mismo ramo industrial.



CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO



Se plasma la información recolectada a lo largo del proyecto, así como los indicadores utilizados para ello, basado en hechos y libros situados a continuación.

3.1 ¿QUÉ ES LA MANUFACTURA?

La palabra manufactura se deriva de las palabras latinas manus (mano) y factus (hacer); la combinación de ambas significa hecho a mano. La palabra manufactura tiene varios siglos de antigüedad, y “hecho a mano” describe en forma adecuada los métodos manuales que se utilizaban cuando se acuñó la expresión.

La mayor parte de la manufactura moderna se lleva a cabo por medio de maquinaria automatizada y controlada por computadora que se supervisa manualmente.

La historia de la manufactura puede dividirse en dos partes:

- 1) el descubrimiento y la invención por parte del hombre de los materiales y los procesos para fabricar cosas, y
- 2) el desarrollo de los sistemas de producción. Los materiales y procesos para hacer objetos preceden a los sistemas en varios milenios.

Algunos de dichos procesos-fundición, trabajo con martillo (forjar), y rectificado, se remontan a 6 000 años o más. La fabricación temprana de implementos y armas se llevó a cabo más mediante destrezas y oficios, que mediante la manufactura en el sentido actual. Los antiguos romanos tenían lo que podrían llamarse “fábricas” para producir armas, pergaminos, cerámica y vidrio, así como otros productos de esa época, pero los procedimientos se basaban por mucho en el trabajo con las manos.

En este momento se examinarán los aspectos de los sistemas de manufactura, y los materiales y procesos se dejarán para la nota histórica. La expresión sistemas de manufactura se refiere a las formas de organizar a las personas y a los equipos de modo que la producción se lleve a cabo con más eficiencia. Son varios los sucesos históricos y descubrimientos que tuvieron un efecto grande en el desarrollo de los sistemas modernos de manufactura.

Es claro que un descubrimiento significativo fue el principio de la división del trabajo, es decir, dividir el trabajo total en tareas, y hacer que los trabajadores individuales se convirtieran en especialistas en hacer solo una. Este principio se había practicado



durante siglos, pero al economista Adam Smith (1723-1790) se le ha adjudicado el crédito por haber sido el primero en explicar su significado económico en su obra La riqueza de las naciones.

La Revolución Industrial (alrededor de 1760 a 1830) tuvo en diversos modos un efecto grande sobre la producción. Marcó el cambio entre una economía basada en la agricultura y el oficio manual, a otra con base en la industria y la manufactura. El cambio comenzó en Inglaterra, donde se inventó una serie de máquinas y la potencia del vapor remplazó a la del agua, a la del viento.

Esas ventajas dieron a la industria británica la delantera sobre las de otras naciones, e Inglaterra trató de impedir la exportación de las tecnologías nuevas. Sin embargo, finalmente la revolución se extendió a otros países europeos y a Estados Unidos. Varios inventos de la revolución industrial contribuyeron mucho al desarrollo de la manufactura:

- 1) la máquina de vapor de Watt, una tecnología nueva de generación de energía para la industria,
- 2) las máquinas herramienta, que comenzaron con la perforadora de John Wilkinson, alrededor de 1775
- 3) la hiladora con varios husillos, el telar mecánico, y otras para la industria textil, que permitieron incrementos significativos de la productividad; y
- 4) el sistema fabril, forma nueva de organizar números grandes de trabajadores de la producción con base en la división del trabajo.

En tanto Inglaterra lideraba la revolución industrial, en Estados Unidos surgía un concepto importante: la manufactura de piezas intercambiables.

Se concede gran parte del crédito por este concepto a Eli Whitney (1765-1825), aunque su importancia ha sido reconocida a través de otros. En 1797, Whitney negoció un contrato para producir 10 000 mosquetes para el gobierno de Estados Unidos.

En esa época, la manera de fabricar armas era artesanal, fabricar cada pieza por separado para un arma en particular, y luego ajustarlas a mano. Cada mosquete era único, y el tiempo de fabricación era considerable. Whitney creía que los componentes podían hacerse con la exactitud suficiente para permitir su ensamblado sin ajustarlas.

Después de varios años de desarrollo en su fábrica de Connecticut, en 1801 viajó a Washington para demostrar el principio. Puso los componentes de 10 mosquetes ante



funcionarios gubernamentales, entre ellos Thomas Jefferson, y procedió a seleccionar piezas al azar para ensamblar las armas. No se requirió sensibilidad o ajuste especial, y todas las armas funcionaron a la perfección.

El secreto detrás de su logro era el conjunto de máquinas, refacciones y medidores especiales que había perfeccionado en su fábrica. La manufactura de piezas intercambiables requirió muchos años de desarrollo antes de convertirse en una realidad práctica, pero revolucionó los métodos de manufactura y es un prerrequisito para la producción en masa. Debido a que su origen tuvo lugar en Estados Unidos, la producción de piezas intercambiables se conoció como el sistema americano de manufactura.

De su segunda mitad y hasta al final del siglo XIX se presenció la expansión de los ferrocarriles, barcos de vapor y otras máquinas que crearon la necesidad creciente de hierro y acero. Se crearon métodos nuevos de producción para satisfacer esa demanda. Asimismo, durante ese periodo se inventaron varios productos de consumo, entre éstos: la máquina de coser, la bicicleta y el automóvil. A fin de satisfacer la demanda masiva de esos artículos, se requirieron métodos más eficientes de producción.

Algunos historiadores identifican los desarrollos durante ese periodo como la Segunda Revolución Industrial, que se caracterizó en términos de sus efectos sobre los sistemas de manufactura a través de lo siguiente:

- 1) producción en masa,
- 2) movimiento de la administración científica,
- 3) líneas de ensamblado, y
- 4) electrificación de las fábricas.

A finales del siglo XIX, surgió en Estados Unidos el movimiento de la administración científica, en respuesta a la necesidad de planear y controlar las actividades de un número en aumento de trabajadores. Los líderes del movimiento incluían a Frederick W. Taylor (1856-1915), Frank Gilbreth (1868-1924) y su esposa Lillian (1878-1972). La administración científica tenía varias características:

- 1) el estudio de movimientos, motivado por descubrir el método mejor para ejecutar una tarea dada;
- 2) el estudio de tiempos, para establecer estándares de trabajo para cierta labor;
- 3) el uso amplio de estándares en la industria;



- 4) el sistema de pago a destajo y otros planes similares de incentivos del trabajo; y
- 5) el uso de conjuntos de datos, incentivos del trabajo; y el uso de conjuntos de datos, conservación de registros y contabilidad de costos en las operaciones fabriles.

Henry Ford (1863-1947) introdujo la línea de ensamblado en 1913, en su planta de Highland Park.

La línea de ensamblado hizo posible la producción en masa de productos de consumo complejos. Sus métodos permitieron a Ford vender un automóvil modelo T a un precio tan bajo como \$500, lo que hizo que poseer un coche fuera algo factible para un segmento grande de la población estadounidense.

En 1881, se construyó en la ciudad de Nueva York la primera planta de generación de energía eléctrica, y pronto se utilizaron los motores eléctricos como fuente de energía para operar la maquinaria de las fábricas. Éste era un sistema que convenía más que las máquinas de vapor para distribuir energía, pues para llevarla a las máquinas se necesitaban bandas de transmisión.

Alrededor de 1920, la electricidad había sustituido al vapor como la fuente principal de energía de las fábricas de Estados Unidos. El siglo XX fue la época en la que hubo más avances tecnológicos que en todos los siglos pasados juntos. Muchos de esos desarrollos dieron origen a la automatización de la manufactura.

3.1.1 DEFINICIÓN DE MANUFACTURA

Como campo de estudio en el contexto moderno, la manufactura se puede definir de dos maneras: una tecnológica y la otra económica.

En el sentido tecnológico, la manufactura es la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos; la manufactura también incluye el ensamble de piezas múltiples para fabricar productos.

Los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual. Casi siempre, la manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones.



Cada una de éstas lleva al material más cerca del estado final que se desea. En el sentido económico, la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de valor mayor por medio de uno o más operaciones de procesamiento o ensamblado.

La clave es que la manufactura agrega valor al material cambiando su forma o propiedades, o mediante combinar materiales distintos también alterados. El material se habrá hecho más valioso por medio de las operaciones de manufactura ejecutadas en él. Cuando el mineral de hierro se convierte en acero se le agrega valor. Si la arena se transforma en vidrio se le añade valor. Cuando el petróleo se refina y se convierte en plástico su valor aumenta.

Y cuando el plástico se modela en la geometría compleja de una silla de jardín, se vuelve más valioso. Es frecuente que las palabras manufacturan y producción se usen en forma indistinta.

El punto de vista del autor es que la producción tiene un significado más amplio que la manufactura. Para ilustrar esto, se puede utilizar la expresión “producción de petróleo crudo”, pero la frase “manufactura de petróleo crudo” parece fuera de lugar.

Sin embargo, cuando se emplea en el contexto de productos tales como piezas metálicas o automóviles, cualquiera de ambas palabras es aceptable.

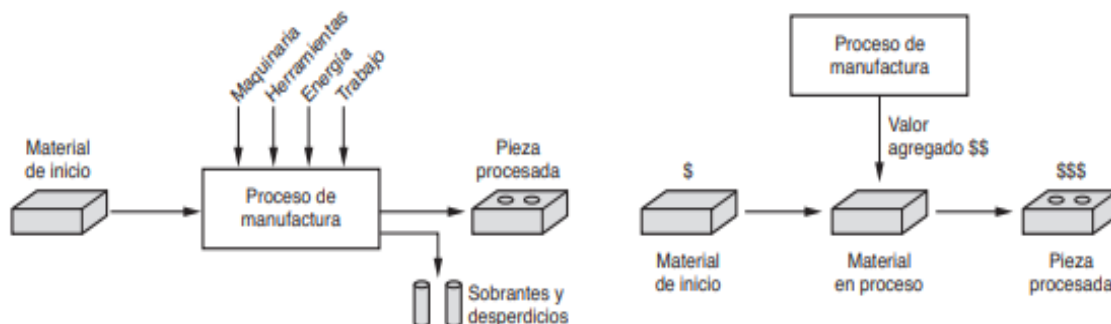


Figura 18 Proceso de manufactura

FUENTE: Libro fundamentos de manufactura

3.1.2 CAPACIDAD DE MANUFACTURA

Una planta de manufactura consiste en un conjunto de procesos y sistemas (y personas, por supuesto) diseñados para transformar cierto rango limitado de materiales en productos de valor incrementado.



Esos tres bloques constitutivos —materiales, procesos y sistemas— integran la materia de la manufactura moderna. Entre esos factores existe una interdependencia fuerte. Una compañía manufacturera no puede hacer todo.

Sólo debe hacer ciertas cosas y hacerlas bien. La capacidad de manufactura se refiere a las limitaciones técnicas y físicas de una empresa de manufactura y cada una de sus plantas. Es posible identificar varias dimensiones de dicha capacidad: 1) capacidad tecnológica de proceso,

2) tamaño físico y peso del producto, y

3) capacidad de producción.

Capacidad tecnológica de proceso La capacidad tecnológica de proceso de una planta (o compañía) es el conjunto de procesos de manufactura con que dispone.

Ciertas plantas realizan operaciones de maquinado, otras convierten lingotes de acero en lámina, y unas más construyen automóviles.

Una planta de maquinado no puede laminar acero, y una planta de laminación no puede fabricar autos. La característica subyacente que distingue a esas plantas son los procesos que pueden ejecutar.

La capacidad de procesamiento tecnológico se relaciona de cerca con el tipo de material. Ciertos procesos de manufactura se ajustan a ciertos materiales, mientras que otros se adaptan a unos distintos.

Al especializarse en determinado proceso o grupo de procesos, la planta se especializa en forma simultánea en ciertos tipos de materiales.

Las capacidades tecnológicas de proceso incluyen no sólo los procesos físicos, sino también la experiencia que tiene el personal de la planta en dichas tecnologías. Las compañías deben concentrarse en el diseño y la manufactura de productos que son compatibles con su capacidad tecnológica de proceso.

Relación entre la variedad de productos y la cantidad de producción en la manufactura de productos discretos. Introducción y panorama de la manufactura Limitaciones físicas del producto Un segundo aspecto de la capacidad de manufactura lo impone el producto físico.

Una planta con un conjunto dado de procesos está limitada en los términos del tamaño y el peso de los productos que pueden alojarse. Los productos grandes y pesados son



difíciles de mover. Para hacerlo, la planta debe equiparse con grúas con la capacidad de carga requerida.

Piezas y productos pequeños que se fabrican en cantidades grandes se trasladan por medio de bandas u otros medios. La limitante del tamaño y peso de un producto también se extiende a la capacidad física del equipo de manufactura. Las máquinas de producción tienen tamaños distintos.

Las más grandes deben utilizarse para procesar piezas grandes. El conjunto del equipo de producción, manejo de materiales, capacidad de almacenamiento y tamaño de planta, debe planearse para los productos que están dentro de cierto rango de tamaño y peso.

Capacidad de producción Una tercera limitante de la capacidad de una planta de manufactura, es la cantidad de producción que puede obtenerse en un periodo de tiempo dado (por ejemplo, mes o año).

Es común llamar a dicha limitante de cantidad capacidad de planta, o capacidad de producción, y se define como la tasa máxima de producción que una planta puede alcanzar en condiciones dadas de operación.

Estas condiciones se refieren al número de turnos por semana, horas por turno, niveles de la mano de obra directa, entre otros. Esos factores representan entradas de la planta. Dadas estas entradas, ¿cuál es la salida que puede generar la empresa? Por lo general, la capacidad de planta se mide en términos de las unidades producidas, tales como las toneladas de acero que produce al año una fundición, o el número de automóviles producido por una planta de ensamblado final.

En estos casos, las producciones son homogéneas. En los casos en que las unidades de producción no son homogéneas, otros factores más apropiados de medición, son las horas hombre de capacidad productiva en un taller de maquinado que produce piezas varias. (Groover)

3.2 DIAGRAMA DE PARETO

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos.

Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa.



Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

3.2.1 PARETO PARA PROBLEMAS DE PRIMER NIVEL

En una fábrica de botas industriales se hace una inspección del producto final, mediante la cual las botas con algún tipo de defecto se mandan a la “segunda”, después de eliminar las evidencias de la marca. Por medio de un análisis de los problemas o defectos por los que las botas se mandan a la segunda, se obtienen los siguientes datos, que corresponden a las últimas 10 semanas:

Tabla 4 Datos de ejemplo de Pareto

Razón de defecto	Total	Porcentaje
Piel arrugada	99	13.4
Costuras con fallas	135	18.3
Piel reventada	369	50.0
Mal montada	135	18.3
Total	738	100.0



FUENTE: control estadístico de la calidad.

En seguida se aplicará un análisis de Pareto a estos datos.

Al representar los datos de las botas por medio de una gráfica, con las barras ubicadas de izquierda a derecha en forma decreciente, de acuerdo con la frecuencia, se obtiene el diagrama de Pareto de la figura 1, donde la escala vertical izquierda está en términos del número de botas rechazadas y la vertical derecha en porcentaje. La línea que está arriba de las barras representa la magnitud acumulada de los defectos hasta completar el total. En la gráfica se aprecia que el defecto piel reventada es el más frecuente (de mayor impacto), ya que representa 50% del total de los defectos. En este problema es preciso centrar un verdadero proyecto de mejora para determinar las causas de fondo, y dejar de dar la “solución” que hasta ahora se ha adoptado: mandar las botas a la segunda.

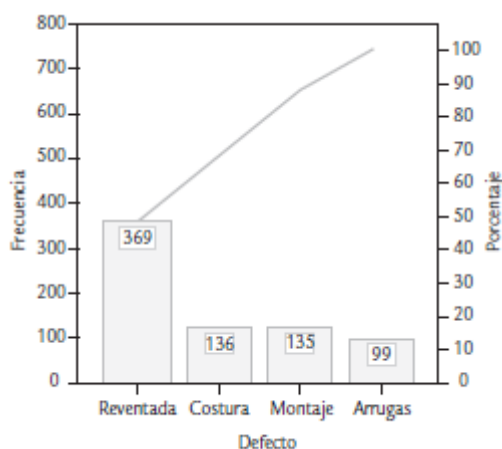


Figura 19 Pareto para problemas en botas.

FUENTE: control estadístico de la calidad.

3.2.2 PARETO PARA CAUSAS O DE SEGUNDO NIVEL

Lo que sigue es no precipitarse a sacar conclusiones del primer Pareto, ya que al actuar de manera impulsiva se podrían obtener conclusiones erróneas; por ejemplo, una posible conclusión “lógica”, a partir del Pareto de la figura 1, sería la siguiente: el problema



principal se debe en su mayor parte a la calidad de la piel, por lo que se debe comunicar al proveedor actual y buscar mejores proveedores.

Sin embargo, es frecuente que las conclusiones reactivas y “lógicas” sean erróneas. Por lo tanto, después del Pareto para problemas, el análisis debe orientarse exclusivamente hacia la búsqueda de las causas del problema de mayor impacto. Para ello es preciso preguntarse si este problema se presenta con la misma intensidad en todos los modelos, materiales, turnos, máquinas, operadores, etc., ya que, si en alguno de ellos se encuentran diferencias importantes, se estarán localizando pistas específicas sobre las causas más importantes del problema.

En el caso de las botas, lo que se hizo fue clasificar o estratificar el defecto de piel reventada de acuerdo con el modelo de botas, y se encontraron los datos que aparecen en la tabla de la derecha.

Al representar lo anterior en un diagrama de Pareto de segundo nivel se obtiene la gráfica de la figura 6.2, en la cual se observa que el problema de piel reventada se presenta principalmente en el modelo de botas, y que en los otros modelos es un defecto de la misma importancia que las otras fallas. Entonces, más que pensaren que los defectos de reventado de la piel se deben en su mayor parte a la calidad de la piel, es mejor buscar la causa del problema exclusivamente en el proceso de fabricación del modelo 512.

Para que el análisis por modelo que se realizó sea útil es necesario que la frecuencia con la que se produce cada uno de los modelos sea similar, como fue el caso de las botas.

Si un modelo se produce mucho más, será lógico esperar que haya más defectos.

Cuando este último sea el caso, entonces de la producción total de cada modelo se debe calcular el porcentaje de artículos defectuosos debido al problema principal, y con base en esto hacer el Pareto de segundo nivel.

En general, es recomendable hacer análisis de Pareto de segundo nivel, de acuerdo con aquellos factores que pueden dar una pista de por dónde está la causa principal y dónde centrarlos esfuerzos de mejora. De hecho, después de un Pareto de segundo nivel exitoso, como el de la figura 2, se debe analizar la posibilidad de aplicar un Pareto de



tercer nivel. Por ejemplo, en el caso de las botas se buscaría ver si los defectos de reventado de piel en el modelo 512 se dan más en alguna máquina, talla, turno, etcétera. El ejemplo 6.1 revela que en la solución de problemas una pista o una nueva información deben llevar a descartar opciones, así como a profundizar la búsqueda y el análisis en una dirección más específica, para de esa forma no caer en conclusiones precipitadas y erróneas. El análisis de Pareto encarna esta idea, ya que la técnica sugiere que después de hacer un primer diagrama de Pareto en el que se detecte el problema principal, es necesario realizar un análisis de Pareto para causas o de segundo nivel o más niveles, en el que se estratifique el defecto más importante por turno, modelo, materia prima o alguna otra fuente de variación que dé indicios de dónde, cuándo o bajo qué circunstancias se manifiesta más el defecto principal.

Tabla 5 Datos de Pareto

Modelo de bota	Defecto de piel reventada	Porcentaje
512	225	61.0
501	64	17.3
507	80	21.7
Total	369	100.0

FUENTE: control estadístico de la calidad.

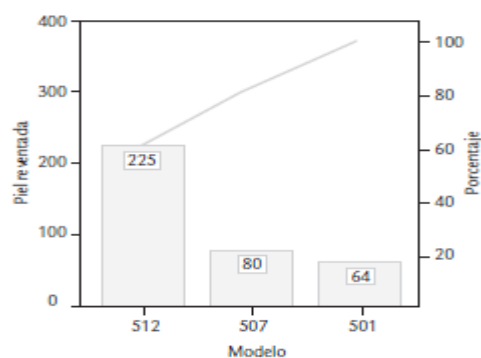


Figura 20 Pareto para causas: defecto principal por modelo de botas.



3.2.3 RECOMENDACIONES PARA REALIZAR ANÁLISIS DE PARETO

1. En general, el diagrama de Pareto clasifica problemas en función de categorías o factores de interés; por ejemplo, por tipo de defecto o queja, modelo de producto, tamaño de la pieza, tipo de máquina, edad del obrero, turno de producción, tipo de cliente, tipo de accidente, proveedor, métodos de trabajo u operación. Cada clasificación genera un diagrama.

2. El eje vertical izquierdo debe representar las unidades de medida que proporcionen una idea clara de la contribución de cada categoría a la problemática global. De esta forma, si la gravedad o costo de cada defecto o categoría es muy diferente, entonces el análisis debe hacerse sobre el resultado de multiplicar la frecuencia por la gravedad o costo unitario correspondiente. Por ejemplo, en una empresa se detectaron seis tipos básicos de defectos, que se han presentado con la siguiente frecuencia: A (12%), B (18%), C (30%), D (11%), E (19%) y F (10%). Pero el costo unitario de reparar cada defecto es muy diferente y está dado por: $A = 3$, $B = 6$, $C = 2$, $D = 3$, $E = 4$ y $F = 7$. Es claro que C es el defecto más frecuente, pero tiene un bajo costo unitario de reparación. En contraste, el defecto F es el de mayor costo unitario, pero su frecuencia de ocurrencia es relativamente baja. De aquí que el análisis de Pareto deba partir de la multiplicación de frecuencia por costo, con lo que se obtiene que el impacto global de cada defecto es: $A \rightarrow 36$; $B \rightarrow 108$; $C \rightarrow 60$; $D \rightarrow 33$; $E \rightarrow 76$; $F \rightarrow 70$

De aquí se ve que el defecto de mayor impacto es el B ; por lo tanto, sobre éste se debería centrar el proyecto de mejora.

3. En un análisis, lo primero es hacer un Pareto de problemas (primer nivel) y después al problema dominante, si es que se encontró, se le hacen tantos Paretos de causas (segundo nivel) como se crea conveniente. Se recomienda no pasar al tercer nivel hasta agotar todas las opciones (factores de interés) de segundo nivel.

4. Un criterio rápido para saber si la primera barra o categoría es significativamente más importante que las demás, no es que ésta represente 80% del total, sino que supere o predomine de manera clara sobre al resto de las barras.



5. Cuando en un DP no predomina ninguna barra y tiene una apariencia plana o un descenso lento en forma de escalera, significa que se deben reanalizar los datos o el problema y su estrategia de clasificación. En estos casos y, en general, es conveniente ver el Pareto desde distintas perspectivas, siendo creativo y clasificando el problema o los datos de distintas maneras, hasta localizar un componente importante. Por ejemplo, ver si algunas de las categorías son muy parecidas, de forma que se pudieran clasificar en una sola.

6. El eje vertical derecho representa una escala en porcentajes de 0 a 100, para que con base en ésta sea posible evaluar la importancia de cada categoría con respecto a las demás, en términos porcentuales; en tanto, la línea acumulativa representa los porcentajes acumulados de las categorías.

7. Para que no haya un número excesivo de categorías que dispersen el fenómeno se agrupan las categorías que tienen relativamente poca importancia en una sola y se le denomina la categoría “otras”, aunque no es conveniente que ésta represente un porcentaje de los más altos. Si esto ocurre, se debe revisar la clasificación y evaluar alternativas.

Algunas bondades adicionales del diagrama de Pareto son las siguientes:

- El DP, al expresar gráficamente la importancia del problema, facilita la comunicación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal, por lo tanto, es útil para motivar la cooperación de todos los involucrados, puesto que con un vistazo cualquier persona puede ver cuáles son los problemas principales.
- Es más adecuado concentrar las energías en el problema vital e ir al fondo de sus causas que dispersar los esfuerzos en todos. Además, en general, es más fácil reducir una barra alta a la mitad que una chica a cero.
- Elimina la vaguedad en la magnitud de los problemas y sirve para evaluar de manera objetiva con el mismo diagrama, las mejoras logradas con un proyecto de mejora Seis Sigma, comparando la situación antes y después del proyecto.



3.2.4 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE PARETO

1. Es necesario decidir y delimitar el problema o área de mejora que se va a atender, tener claro qué objetivo se persigue. A partir de lo anterior, se procede a visualizar qué tipo de diagrama de Pareto puede ser útil para localizar prioridades o entender mejor el problema.
2. Con base en lo anterior se discute y decide el tipo de datos que se van a necesitar, así como los posibles factores que sería importante estratificar. Entonces, se construye una hoja de verificación bien diseñada para la colección de datos que identifique tales factores.
3. Si la información se va a tomar de reportes anteriores o si se va a coleccionar, es preciso definir el periodo del que se tomarán los datos y determinar a la persona responsable de ello.
4. Al terminar de obtener los datos se construye una tabla donde se cuantifique la frecuencia de cada defecto, su porcentaje y demás información.
5. Se decide si el criterio con el que se van a jerarquizar las diferentes categorías será directamente la frecuencia, o si será necesario multiplicarla por su costo o intensidad correspondiente.
De ser así, es preciso multiplicarla. Después de esto, se procede a realizar la gráfica.
6. Documentación de referencias del DP, como son títulos, periodo, área de trabajo, etc.
7. Se realiza la interpretación del DP y, si existe una categoría que predomina, se hace un análisis de Pareto de segundo nivel para localizar los factores que más influyen en el mismo. (Humberto Gutierrez Pulido, 2013)



3.3 ESTRATIFICACIÓN

De acuerdo con el principio de Pareto existen unos cuantos problemas vitales que son originados por pocas causas clave, pero resulta necesario identificarlos mediante análisis adecuados. Uno de estos análisis es la estratificación o clasificación de datos. Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de los mismos, a fin de localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso. Por ejemplo, los problemas pueden analizarse de acuerdo con el tipo de fallas, métodos de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, materiales o cualquier otro factor que proporcione una pista acerca de dónde centrar los esfuerzos de mejora y cuáles son las causas vitales.

La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de forma que sea posible localizar diferencias, prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema. La estratificación recoge la idea del diagrama de Pareto y la generaliza como una estrategia de análisis y búsqueda. No sólo se aplica en el contexto del diagrama de Pareto, más bien, es una estrategia común a todas las herramientas básicas. Por ejemplo, un histograma multimodal (vea el capítulo 2) puede ser la manifestación de diferentes estratos que originan los datos bajo análisis.

3.3.1 EJEMPLO DE ESTRATIFICACIÓN

En una empresa del ramo metal-mecánico se tiene interés en evaluar cuáles son los problemas más importantes por los que las piezas metálicas son rechazadas cuando se inspeccionan.

Este rechazo se da en diversas fases del proceso y en distintos departamentos. Para realizar tal evaluación se estratifican los rechazos por tipo y por departamento que produjo la pieza. Los resultados obtenidos en dos semanas se aprecian en la tabla 6, donde se ven los diferentes tipos de problemas, la frecuencia con que han ocurrido y el departamento donde se originaron.

En seguida se analizarán estos datos aplicando la estratificación.



Tabla 6 Artículos defectuosos por tipo de defecto y departamento

Fecha _____				
Razón de rechazo	Departamento de piezas chicas	Departamento de piezas medianas	Departamento de piezas grandes	Total
Porosidad	// /// //	//// /	//// /	33
Llenado	//// /	//// /	//// /	60
Maquinado	//	/	//	5
Molde	///	//// /	//// /	16
Ensamble	//	//	//	6
Total	26	58	36	120

Problema más importante (primer nivel de estratificación).

En la tabla 6 se observa que el problema principal es el llenado de las piezas (50% del total de rechazos, 60 de 120); por lo tanto, debe atenderse de manera prioritaria y analizar con detalle sus causas.

Causas (segundo nivel de estratificación).

Para el problema principal se aplica una segunda estratificación, bien pensada y discutida, que ayude a conocer la manera en que influyen los diversos factores que intervienen en el problema de llenado; tales factores podrían ser departamento, turno, tipo de producto, método de fabricación, materiales, etc. Pero como en la tabla 6.1 sólo se tiene la información del departamento, entonces se procede a realizar la estratificación del problema de llenado por departamento, lo que permite apreciar que esta falla se da principalmente en el departamento de piezas medianas (55%, 33 de 60). Si al clasificar el problema de llenado por otros factores no se encuentra ninguna otra pista importante, entonces el equipo de mejora tiene que centrarse en el problema de llenado en el departamento de piezas medianas y, por el momento, debe olvidarse de los otros problemas y los demás departamentos.

Causas (tercer nivel).



Dentro del departamento de piezas medianas se podría discutir, pensar y reflexionar cómo estratificar el problema de llenado por otras fuentes de variabilidad, como podrían ser turnos, productos, máquinas, etc. Si en alguna de estas clasificaciones se determina dónde se localiza principalmente la falla, ahí se debe centrar la acción de mejora. En los casos que mediante la estratificación ya no se encuentre ninguna pista más, entonces se toma en cuenta todo el análisis hecho para tratar de establecer la verdadera causa del problema, una labor que es más sencilla porque ya se tienen varias pistas acerca de dónde, cómo y cuándo se presenta el problema principal.

Conclusión de ejemplo:

Del ejemplo 6.2 se concluye que tratar de encontrar la causa raíz antes de las estratificaciones es trabajar sin sentido, con el consecuente desperdicio de energía y recursos, y el riesgo de que se ataquen efectos y no las verdaderas causas. Sin embargo, es necesario señalar que la velocidad con la que se obtienen los datos limita hasta dónde seguir estratificando, ya que, si un proceso los genera con lentitud, entonces será difícil esperar a que se generen los datos de interés para identificar pistas que ayuden a la localización de las causas principales. En estos casos es preciso tomar mayores riesgos en las decisiones con respecto a cuáles son las causas principales y esperar a ver si, efectivamente, las acciones tomadas dieron resultado. Otra posibilidad es aplicar una estrategia más activa, como el diseño de experimentos, a fin de corroborar conjeturas o sospechas más rápido.

3.3.2 RECOMENDACIONES PARA ESTRATIFICAR

1. A partir de un objetivo claro e importante, determine con discusión y análisis las características o factores a estratificar.
2. Mediante la colección de datos, evalúe la situación actual de las características seleccionadas. Exprese de manera gráfica la evaluación de las características (diagrama de Pareto, histograma, cartas de control, diagrama de caja, etcétera).
3. Determine las posibles causas de la variación en los datos obtenidos con la estratificación. Esto puede llevar a estratificar una característica más específica, como en los ejemplos.



4. Ir más a fondo en alguna característica y estratificarla. 5. Estratifique hasta donde sea posible y obtenga conclusiones de todo el análisis realizado. (Humberto Gutierrez Pulido, 2013)

3.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (O DE CAUSA-EFECTO)

El Diagrama de Ishikawa al ser una de las herramientas de calidad eficaces y eficientes en las acciones de disminución de un problema central, viene a ser un elemento fundamental, que posibilita examinar los elementos que intervienen en la calidad del producto/servicio mediante una interacción de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y además a ordenar la relación entre las causas en un asunto que pueden estar enfocadas en diversos campos: en el caso de la presente investigación en la educación. Es por esto que, la presente investigación tiene como propósito hacer un análisis y desarrollo identificando ¿cómo el Diagrama de Ishikawa y otras herramientas de calidad aplicadas en la educación pueden ayudar a un mejor diagnóstico, y apoyar en el diseño de estrategias para disminuir la reprobación escolar?

3.4.1 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Bonals (citado por González, 2014) presenta, que el nivel de dispersión de una variable es un aspecto que se debería mantener bajo control e intentar minimizar, para evadir el peligro de generar piezas inadecuadas para su uso, por el hecho de que sus dimensiones se alejan de las fronteras de tolerancia especificados, teniendo continuamente en mente los limitantes de mejorar la calidad del producto, para satisfacer mejor las necesidades del cliente. Para formar el Diagrama de Ishikawa se debe partir de cinco variables primordiales conocidas como las “5 M’s”, siendo estas: - Materias primas - Maquinaria - Métodos de trabajo - Mano de obra - Medio ambiente.

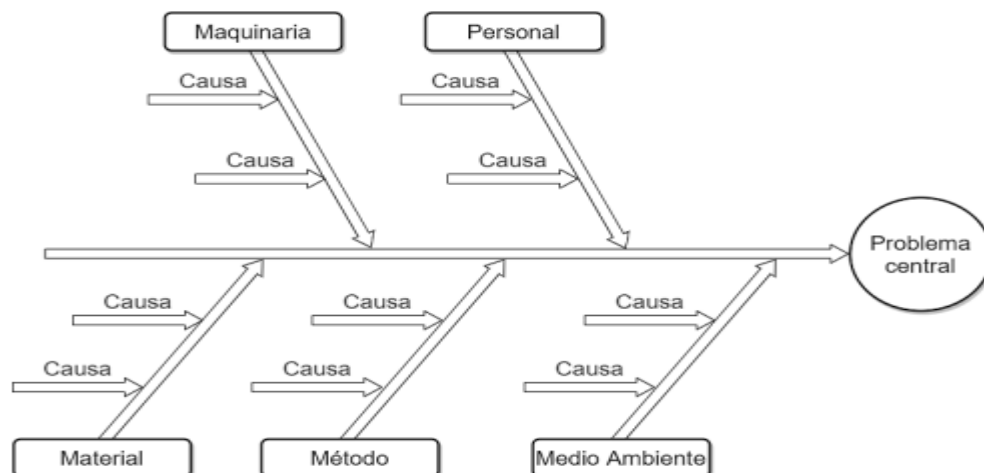


Figura 21. Diagrama General Ishikawa. Adaptado de “Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EN ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa”

FUENTE: control estadístico de la calidad.

3.4.2 MÉTODO DE LAS 5 M

El método de las 5 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (5 M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria y medio ambiente. Como se vio en el capítulo 1, estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 5 M. La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis? Más adelante se da una lista de posibles aspectos para cada una de las 5 M que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura. (Dayanara Dominique, 2021)

3.4.3 ASPECTOS O FACTORES A CONSIDERAR EN LAS 5 M

Mano de obra o gente

- Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿los operadores están entrenados?).
- Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).



- Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?).
- ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?

Métodos

- Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?).
- Excepciones (¿cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?).

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados.

Máquinas o equipos

- Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?).
- Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?).
- ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?).
- Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?).
- Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?).
- Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).

Material



- Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?).
- Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?).
- Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?).
- Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

Medio ambiente

- Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).
- Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).

Ventajas del método 5 M

- Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto. Desventajas del método 5 M
- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso.

(Humberto Gutierrez Pulido, 2013)

3.4.4 MÉTODO TIPO FLUJO DEL PROCESO

Con el método flujo del proceso de construcción, la línea principal del diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso de producción o de administración. Los factores que pueden afectar la característica de calidad se agregan en el orden que les corresponde, según el proceso. La figura 6.7 muestra un diagrama construido con este método. Para ir agregando en el orden del proceso las causas potenciales, se realiza la siguiente pregunta: ¿qué factor o situación en esta parte del proceso puede tener un efecto sobre el problema especificado? Este método permite explorar formas alternativas de trabajo, detectar cuellos de botella, descubrir problemas ocultos, etc. Algunas de las ventajas y desventajas del diagrama de Ishikawa, construido según el flujo del proceso, se presentan a continuación.

Ventajas

- Obliga a preparar el diagrama de flujo del proceso.
- Se considera al proceso completo como una causa potencial del problema.
- Identifica procedimientos alternativos de trabajo.

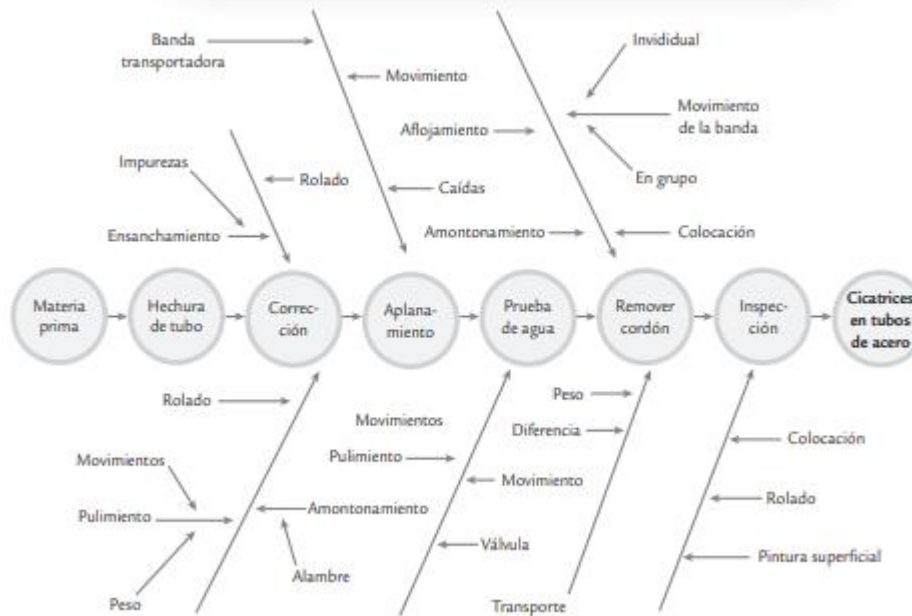


Figura 22 Ejemplo de diagrama de Ishikawa tipo flujo de proceso

FUENTE: control estadístico de la calidad.

- Hace posible descubrir otros problemas no considerados al inicio.
- Permite que las personas que desconocen el proceso se familiaricen con él, lo que facilita su uso.
- Se emplea para predecir problemas del proceso poniendo atención especial en las fuentes de variabilidad.

Desventajas

- Es fácil no detectar las causas potenciales, puesto que las personas quizás estén muy familiarizadas con el proceso y todo se les haga normal.
- Es difícil usarlo por mucho tiempo, sobre todo en procesos complejos.
- Algunas causas potenciales pueden aparecer muchas veces.



3.4.5 MÉTODO DE ESTRATIFICACIÓN O ENUMERACIÓN DE CAUSAS

La idea de este método de estratificación de construcción del diagrama de Ishikawa es ir directamente a las principales causas potenciales, pero sin agrupar de acuerdo a las 6 M.

La selección de estas causas muchas veces se hace a través de una sesión de lluvia de ideas. Con el objetivo de atacar causas reales y no consecuencias o reflejos, es importante preguntarse un mínimo de cinco veces el porqué del problema, a fin de profundizar en la búsqueda de las causas. La construcción del diagrama de Ishikawa partirá de este análisis previo, con lo que el abanico de búsqueda será más reducido y es probable que los resultados sean más positivos. Esta manera de construir el diagrama de Ishikawa es natural cuando las categorías de las causas potenciales no necesariamente coinciden con las 6 M. En la figura 6.8 se muestra un diagrama de Ishikawa construido con este método.

El método de estratificación contrasta con el método 6 M, ya que en este último va de lo general a lo particular, mientras que en el primero se va directamente a las causas potenciales del problema. Algunas de las ventajas y desventajas del método de estratificación para construir un diagrama de Ishikawa se presentan a continuación.

Ventajas

- Proporciona un agrupamiento claro de las causas potenciales del problema, lo cual permite centrarse directamente en el análisis del problema.
- Este diagrama es menos complejo que los obtenidos con los otros procedimientos.

Desventajas

- Es posible dejar de contemplar algunas causas potenciales importantes.
- Puede ser difícil definir subdivisiones principales.
- Se requiere mayor conocimiento del producto o del proceso.
- Se requiere gran conocimiento de las causas potenciales.



Figura 23 Ejemplo de diagrama de Ishikawa del tipo enumeración de causas.

FUENTE: control estadístico de la calidad.

3.4.6 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE ISHIKAWA

1. Especificar el problema a analizar. Se recomienda que sea un problema importante y, de ser posible, que ya esté delimitado mediante la aplicación de herramientas como Pareto y estratificación. También es importante que se tenga la cuantificación objetiva de la magnitud del problema.
2. Seleccionar el tipo de DI que se va a usar. Esta decisión se toma con base en las ventajas y desventajas que tiene cada método.
3. Buscar todas las probables causas, lo más concretas posible, que pueden tener algún efecto sobre el problema. En esta etapa no se debe discutir cuáles causas son más importantes; por el momento, el objetivo es generar las posibles causas. La estrategia para la búsqueda es diferente según el tipo de diagrama elegido, por lo que se debe proceder de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

- Para el método 6 M: trazar el diagrama de acuerdo con la estructura base para este método e ir preguntándose y reflexionando acerca de cómo los diferentes factores o situaciones de cada M pueden afectar el problema bajo análisis.
- Método flujo del proceso: construir un diagrama de flujo en el que se muestre la secuencia y el nombre de las principales operaciones del proceso que están antes del problema, e iniciando de atrás hacia adelante. Es preciso preguntarse: ¿qué aspectos o factores en esta parte del proceso afectan al problema especificado?



- Método enumeración de causas: mediante una lluvia de ideas generar una lista de las posibles causas y después agruparlas por afinidad. Es preciso representarlas en el diagrama, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama; también, se asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo.

4. Una vez representadas las ideas obtenidas, es necesario preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, es preciso agregarlas.

5. Decidir cuáles son las causas más importantes mediante diálogo y discusión respetuosa y con apoyo de datos, conocimientos, consenso o votación del tipo 5, 3,1. En este tipo de votación cada participante asigna 5 puntos a la causa que considera más importante, 3 a la que le sigue, y 1 a la tercera en importancia; después de la votación se suman los puntos, y el grupo deberá enfocarse en las causas que recibieron más puntos.

6. Decidir sobre cuáles causas se va a actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas más importantes. Con respecto a las causas que no se decida actuar debido a que es imposible, por distintas circunstancias, es importante reportarlas a la alta dirección.

7. Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas, de tal forma que determine las acciones que se deben realizar; para ello se puede usar nuevamente el DI. Una vez determinadas las causas, se debe insistir en las acciones para no caer en sólo debatir los problemas y en no acordar acciones de solución.

3.5 LLUVIA DE IDEAS

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad. Se recomienda que las sesiones de lluvia de ideas sean un proceso disciplinado a través de los siguientes pasos:

1. Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas. Esto permitirá que el resto de la sesión sólo esté enfocada a ese punto y no se dé pie a la divagación en otros temas.



2. Se nombra un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás participantes.
3. Cada participante en la sesión debe hacer una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se analiza un problema). La razón de que esta lista sea por escrito y no de manera oral es que así todos los miembros del grupo participan y se logra concentrar más la atención de los participantes en el objetivo. Incluso, esta lista puede encargarse de manera previa a la sesión.
4. Los participantes se acomodan de preferencia en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez. A medida que se leen las ideas, éstas se presentan visualmente a fin de que todos las vean. El proceso continúa hasta que se hayan leído todas las ideas de todas las listas. Ninguna idea debe tratarse como absurda o imposible, aun cuando se considere que unas sean causas de otras; la crítica y la anticipación de juicios tienden a limitar la creatividad del grupo, que es el objetivo en esta etapa. En otras palabras, es importante distinguir dos procesos de pensamiento: primero pensar en las posibles causas y después seleccionar la más importante. Realizar ambos procesos al mismo tiempo entorpecerá a ambos. Por eso, en esta etapa sólo se permite el diálogo para aclarar alguna idea señalada por un participante. Es preciso fomentar la informalidad y la risa instantánea, pero la burla debe prohibirse.
5. Una vez leídos todos los puntos, el moderador le pregunta a cada persona, por turnos, si tiene comentarios adicionales. Este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Ahora se tiene una lista básica de ideas acerca del problema o tema. Si el propósito era generar estas ideas, aquí termina la sesión; pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y encontrar las ideas principales, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas con las siguientes actividades.
6. Agrupar las causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama, a la cual se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo. Este proceso de agrupación permitirá clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto y generar nuevas opciones.



7. Una vez realizado el DI se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante; para ello, se pregunta si hay alguna otra causa adicional en cada rama principal, y de ser así se agrega.
8. A continuación se inicia una discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales. El objetivo es argumentar en favor de y no de descartar opciones. Las causas que reciban más mención o atención en la discusión se pueden señalar en el diagrama de Ishikawa resaltándolas de alguna manera.
9. Elegir las causas o ideas más importantes de entre las que el grupo ha destacado previamente. Para ello se tienen tres opciones: datos, consenso o por votación. Se recomienda esta última cuando no es posible recurrir a datos y en la sesión participan personas de distintos niveles jerárquicos, o cuando hay alguien de opiniones dominantes. La votación puede ser del tipo 5,3,1 (vea el paso 5 de las recomendaciones presentadas antes para construir un diagrama de Ishikawa). Se suman los votos y se eliminan las ideas que recibieron poca atención; ahora, la atención del grupo se centra en las ideas que recibieron más votos. Se hace una nueva discusión sobre éstas y después de ello una nueva votación para obtener las causas más importantes que el grupo se encargará de atender.
10. Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe buscar que en las futuras reuniones o sesiones se llegue a las acciones concretas que es necesario realizar, para lo cual se puede utilizar de nuevo la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. Es importante dar énfasis a las acciones para no caer en el error o vicio de muchas reuniones de trabajo, donde sólo se debaten los problemas, pero no se acuerdan acciones para solucionarlos.

3.6 DIAGRAMAS DE PROCESO

En esta sección se estudian: el diagrama de flujo de procesos, el diagrama PEPSU (SIPOC) y el mapeo de procesos, los cuales son de gran utilidad para entender y describir los procesos. Diagrama de flujo de proceso Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso. En la figura 6.11 se muestra un ejemplo



sencillo de un diagrama de flujo de proceso. Ahí se observan los dos símbolos más usados en su construcción: con un rectángulo, se identifica un paso o tarea del proceso, mientras que con un rombo se distinguen los puntos de verificación o de decisión (la respuesta a la pregunta determina el camino que debe tomarse).

3.6.1 PASOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO

1. Definir el objetivo del diagrama. Establecer claramente, por escrito, el objetivo que se busca alcanzar con el diagrama a construir. Esto ayudará a definir el proceso sobre el que se hará el diagrama y el nivel de detalle que se requiere. Algunas razones típicas para hacer estos diagramas son: documentar el proceso, tener una idea general, resolver problemas de calidad o productividad, etc. En general entre más específico e importante sea el objetivo mayor detalle se requerirá. Por ejemplo, cuando se quiere entender mejor el proceso y eliminar ineficiencias, es usual clasificar las acciones o actividades.
2. Delimitar el proceso bajo estudio. Un proceso es parte de un sistema, por lo que una tarea importante es delimitar las etapas, pasos o variantes que realmente es fundamental que se incluyan en el diagrama. Por ello será necesario expresar por escrito cuál es el proceso, dónde inicia, dónde termina y las grandes variantes que se incluirán en el diagrama. Por ejemplo, supongamos que se quiere analizar el proceso de aprobación de órdenes de compra en una empresa con el objetivo de reducir el tiempo de ciclo de este proceso. En la delimitación será necesario establecer en qué momento y cómo ingresa una orden de compra para ser aprobada, cuándo se considera que está aprobada, y las variantes que se incluirán en el diagrama, en función de aspectos como el monto de la orden y el tipo de proveedores.
3. Hacer un esquema general del proceso. Para cumplir con esta actividad es necesario identificar las etapas o grupos de acciones más relevantes que constituyen el proceso bajo estudio, junto con la secuencia en la que se realizan. Aquí se puede recurrir a documentos del proceso y a la revisión de lo que realmente se hace en el proceso.
4. Profundizar en el nivel de detalle requerido, hasta incluir lo que se requiere de las actividades que constituyen cada etapa principal.
5. Resaltar los puntos de decisión o bifurcación, y de ser necesario identificar el tipo de actividades. Cuando se quiere mejorar un proceso es usual clasificar las acciones o



actividades en seis categorías: operaciones, transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de re trabajo o reproceso.

6. Revisar el diagrama completo. Comprobar que el diagrama del proceso tiene una secuencia clara y que ayuda a cumplir con el objetivo buscado, en caso contrario identificar faltantes o tareas por desarrollar.

7. Usar el diagrama para cumplir el objetivo planteado. Si el diagrama no es suficiente para cumplir con el objetivo buscado, ver si lo que falta es incluir otros detalles o bien si es necesario recurrir a otra metodología.

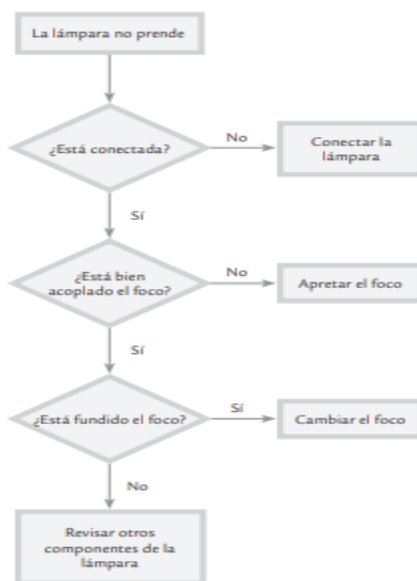


Figura 24 Diagrama de flujo para verificar por qué no funciona una lámpara.

FUENTE: control estadístico de la calidad.

3.7 SISTEMAS POKA-YOKE

El proceso error-proofing

Un elemento importante de la prevención es el concepto de diseñar un proceso para que esté libre de errores, a través del proceso “error-proofing” (los japoneses lo llaman poka-yoke).

Una forma ampliamente usada de lograr un proceso error-proofing es el diseño (o rediseño) de las máquinas y herramientas, el “hardware” para hacer improbables o prácticamente imposibles los errores humanos. Por ejemplo, los componentes y



herramientas pueden diseñarse con orejas y ranuras que logren un efecto de candados y llaves, lo que hace imposible que se armen mal. Pueden diseñarse herramientas para percibir automáticamente la presencia y exactitud de las operaciones previas o para detener el proceso al detectar el agotamiento del suministro de material. Verbigracia, en la industria textil un rompimiento del hilo libera un mecanismo cargado de resortes que detiene la máquina. Los sistemas de protección, como los detectores de humo, pueden ser diseñados como dispositivos de seguridad, y las alarmas de sonido como señales de peligro.

El término proviene del japonés: poka (error inadvertido), yoke (prevenir).

El enfoque poka-yoke propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. Asimismo, reconoce que el ser humano comete errores, que olvida, y que olvida que olvida. Por ello, en algunas situaciones no es suficiente la capacitación ni la experiencia.

De esta forma, para aquellos errores más críticos que están influidos por el cansancio de las personas, por estados de ánimo, por la urgencia de la producción o por la presión, es necesario diseñar sistemas a pruebas de errores (dispositivo poka-yoke) que permitan eliminar la posibilidad de falla, que el sistema advierta y prevenga lo más posible antes de que el error tenga consecuencias.

En otras palabras, un sistema poka-yoke hace la inspección en la fuente o causa del error, determinando si existen las condiciones para producir con calidad.

En caso de que estas condiciones no existan, el sistema impide que el proceso continúe o por lo menos manda una señal de alerta. Un dispositivo poka-yoke también permite a las personas revisar su propio trabajo.

Existen dos tipos: los dispositivos preventivos poka-yoke que no permiten el error (el microondas no funciona si la puerta está abierta) y el dispositivo detector, el cual manda una señal cuando hay posibilidad de error (cuando se abre la puerta del automóvil y la llave de encendido aún está puesta, el sistema manda una señal pitidos para que el conductor no olvide la llave dentro del auto). Al japonés Shigeo Shingo [(1909-1990) se le reconoce como el impulsor principal de la idea de los dispositivos poka-yoke, vea Shigeo y Bodek (1986)].



En realidad, la idea no es nueva, inició en el decenio de 1960-1969 pero en los últimos años se le ha dado un impulso significativo y, en las plantas, cada vez hay más personas hablando de diseñar dispositivos poka-yoke para prevenir la ocurrencia de defectos.

Veamos algunos ejemplos de dispositivos que cumplen con la filosofía poka-yoke, independientemente de que se hayan diseñado con el conocimiento explícito de esta filosofía o no. Como se ve en los tres ejemplos, la idea principal del diseño de un sistema poka-yoke es detectar errores antes que se conviertan en defectos. No sólo se trata de crear dispositivos que auto verifiquen al 100% la calidad, es preciso atender la causa del error, de forma que se evite el error o por lo menos su impacto. Cada día hay más dispositivos de esta naturaleza, incluso en aspectos ligados al uso de los productos. Por ejemplo, el que la llave de encendido de un automóvil no se pueda extraer si la palanca de velocidades no está en la posición de estacionamiento (Park) es muestra de un sistema poka-yoke que evita accidentes.

De manera adicional, se debe buscar que los sistemas poka-yoke tengan las siguientes características:

- Simples y baratos. Si son muy complicados y costosos, su uso difícilmente será efectivo tanto para resolver el problema como desde el punto de vista del costo.
- Deben ser parte del proceso cuando son enfocados a la inspección al 100% en la fuente del error.
- Están cerca de donde el error ocurre, también proporcionan una retroalimentación prácticamente inmediata a los operarios de forma que los errores puedan ser evitados o por lo menos corregidos.

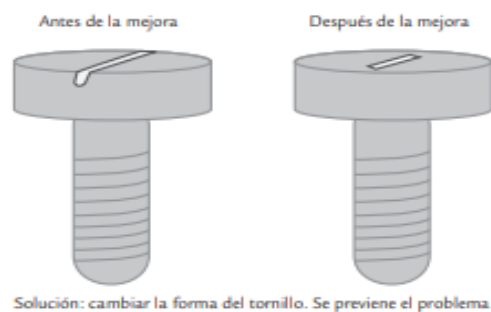




Figura 25 Ejemplo de solución poka-yoke para el ejemplo 6

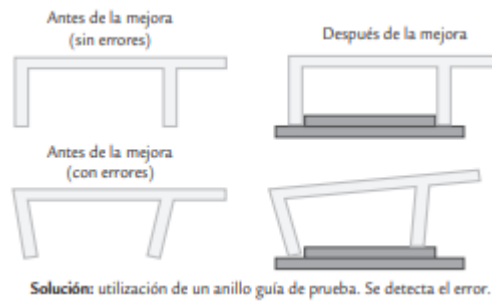


Figura 26 Solución poka-yoke para el ejemplo 6

FUENTE: control estadístico de la calidad.

Se olvida colocar el resorte. En Mitsubishi se ensamblaba cierto producto que tenía dos botones. El operario de la línea de ensamble debía colocar un resorte abajo de cada botón, lo cual a veces se le olvidaba y quedaba algún botón sin resorte. Para solucionar este problema, Shigeo Shingo ideó algo realmente simple: tener un pequeño recipiente donde el operario colocaba dos resortes antes de ensamblar cada producto. Si al final del ensamble de cada producto quedaba un alambre en el recipiente era señal inequívoca de que

Daños a la cubierta. En el montaje de cubiertas de plástico, en ocasiones se causaba daño a las cubiertas cuando el desarmador se deslizaba fuera de las ranuras de un tornillo. La solución fue cambiar la forma del tornillo para evitar deslizamientos, como se observa en la figura 6

Inspección al 100% como parte del proceso de transporte. En una fábrica, en ocasiones se producían piezas con una forma inadecuada, que si no se detectaba a tiempo tenía consecuencias mayores. La solución fue utilizar un anillo guía de prueba en el riel de transportación, lo cual permite hacer una inspección al 100% sin agregar costos y detectar el defecto en forma temprana. Esto se aprecia en la figura 6 Es evidente que no se está atacando la causa del problema, pero al menos el proceso de transportación es capaz de segregar el error fácilmente antes que se convierta en un problema mayor. Si



el error estuviera entre los más importantes, entonces habría que aplicar una estrategia de mejora para detectar por qué se producen piezas con una forma inadecuada.

3.8 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

3.8.1 OBJETIVO

El modo de operación o instrucción (método) de trabajo complementa los procedimientos porque detalla la forma de realizar las tareas descritas en el procedimiento.

3.8.2 CONTEXTO

La instrucción de trabajo ayuda en el momento en que el nuevo titular de un puesto asume el cargo. Por supuesto, no es obligatoria cuando una persona habilitada o calificada realiza la labor, ya que el grado de detalle de la instrucción depende de la competencia de las personas que aplicarán la instrucción (por ejemplo, la forma de realizar una intervención eléctrica en un aparato no es necesaria cuando se cuenta con personal habilitado). Esto exige definir de manera previa el perfil del puesto.

¿Cómo utilizarla?

3.8.3 ETAPAS

Crear un grupo de trabajo que integre al menos a uno o dos operadores y a un técnico o agente de control, todos ellos capacitados para redactar un modo de operación que concierna a varias personas. El grupo también puede componerse de un representante de metodología o mantenimiento.

Reunir los conocimientos actuales, dar a conocer la dificultad y los riesgos hallados, proponer en consecuencia mejoras o simplificaciones en las prácticas, redactar con palabras de los usuarios y facilitar que hagan suya la instrucción.

3.8.4 VENTAJAS

- 1.-Esta herramienta permite describir las etapas y acciones medulares que deben realizarse en el terminado puesto.
- 2.-Facilita la integración del personal de reciente ingreso.



3.-Es bastante útil en puestos en los que hay operaciones repetitivas.

(Gillet-Goinard & Seno, 2014)

3.9 LA TABLA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS

Para controlar la variable «tiempo», comenzaremos por observar y registrar los tiempos en el formato denominado «tabla de observación de tiempos» (Figura 6-3 y Figura 6-4).

La tabla de observación de tiempos se utiliza para registrar el cronometraje de una operación repetitiva realizada por un operario con una sola máquina/puesto de trabajo.

Para ello seguiremos los siguientes pasos: Lean manufacturing

1. Informar al operario y al líder de equipo sobre el propósito del estudio de tiempos. Hay que hacer hincapié en que se pretende cronometrar las operaciones del proceso, no el ritmo de trabajo de los operarios.
2. Observar al operario cómo realiza varios ciclos y aclarar con él las dudas que pudieran surgir.
3. Desglosar la operación en elementos de trabajo e identificar cuáles van en serie (TMS) y cuáles van en paralelo (TMP) con el ciclo automático de la máquina.
4. Analizar cada elemento de trabajo manual y calificarlo como VA, NVAN o NVAI1 (véase Figura 3-4).
5. Procesar diez o doce piezas y cronometrar los elementos de trabajo de cada ciclo (se almacenan en la memoria del cronómetro digital). Para romper las reticencias al cronómetro es aconsejable que un operario, después de un poco de práctica, cronometre al líder de equipo o viceversa. El ritmo de trabajo debe ser normal, sostenible durante el tiempo planificado de la jornada laboral.
6. Anotar los tiempos almacenados en el cronómetro en el formato de la tabla de observación de tiempos.
7. Calcular para cada elemento de trabajo el menor valor que se repita y anotar el valor obtenido en las columnas TMS o TMP.
8. Anotar el tiempo máquina en automático en su columna TA.
9. Si el operario espera a que la máquina termine su ciclo, anotaremos el tiempo de espera (muda) en la columna correspondiente.
10. Sumar las columnas TMS, TMP y Espera. (Neto, 2020)



Tabla 7 Tabla de observaciones de tiempos

PROCESO		MÁQUINA												REFERENCIA		REALIZADO POR		FECHA	
Taladrar B interior carcasa		Taladro avance manual												Carcasa		F.M.		19/09/2012	
OPERARIO																			
Nº	ELEMENTOS de TRABAJO	Nº de OBSERVACIÓN												Menor que se repite			TIEMPO MÁQ. AUTOM. (TA)	OBSERVACIONES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	VA NVA/N	TIEMPO MANUAL SERIE (TMS)	TIEMPO MANUAL PARAL. (TMP)			ESPERA
1	Cargar carcasa	5	5	5	4	5	6	5	5	5	6	5	5	NVAN	5				
2	Taladrar B interior carcasa	40	41	40	41	39	40	40	41	40	40	42	40	VA	40			Valor añadido por el operario	
3	Descargar carcasa	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	NVAN	5				
4	Retirar B salida	6	6	6	7	5	6	6	6	7	6	6	6	NVAN	6				
5	Depositar en caja	2	2	2	3	2	2	2	3	5	2	3	3	NVAN	2				
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
Total =														55	0	0			

Nota: Si la máquina tiene ciclo automático, comenzar por la "descarga" de la pieza.

Nota: Si la máquina tiene ciclo automático, comenzar por la "descarga" de la pieza.

FUENTE: control estadístico de la calidad.

3.10

HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

No todos los procesos de producción y provisión de servicios son perfectos, durante su ejecución se presentan eventos no conformes que los frenan o los desvían. Es necesario identificar correctamente la causa que originan las desviaciones en cada proceso de manera individual, a fin de poder implementar acciones correctivas y preventivas que las disminuyan o erradiquen completamente.

¿Por qué se necesita realizar un análisis de causa raíz?

Es necesario, ya que las organizaciones suelen responder a problemas con soluciones rápidas a medio término, sin embargo, depender de mejoras rápidas requiere que estas sean repetidas una y otra vez. Enfocarse en soluciones a corto plazo no es una receta para una mayor rentabilidad y crecimiento organizacional.

Para mejorar la eficiencia y rentabilidad, necesitamos observar más allá de la superficie de la raíz del problema o situación, observando el efecto (el cual solamente es el síntoma) de un problema, y deduciendo qué lo ha causado. Se pueden crear soluciones preventivas que deberían poner fin al problema, a fin de entender la fuente del problema, por lo tanto, se tendría que desarrollar un análisis de causa raíz.

Existen pautas para realizar un análisis de causa raíz, las cuales tienen el propósito de identificar la causa o las causas que inicia la generación de los eventos no conformes que atacan a proceso, estas pautas se enlistan a continuación:

1.-Identificar el problema



- 2.-Definir el problema
- 3.-Entender el problema
- 4.-Identificar la causa raíz
- 5.-Realizar acción correctiva
- 6.-Monitorear el sistema

(Ciencias , 2017)

3.11 ERGONOMIA

El papel de la ergonomía en la distribución de la estación de trabajo y en la prevención de lesiones. Como se definió anteriormente, la ergonomía es la ciencia que trata de las leyes de trabajo para los seres humanos. Los principios clave que residen en este estudio se ajustan al sistema hombre-máquina de tal modo que los requisitos que plantean los componentes de trabajo, la interfaz, la máquina y el contexto físico correspondan a las capacidades humanas.

En el área de manufactura, una distribución inadecuada de una estación de trabajo puede llegar a ser un factor que cause tensión, cuando su uso exceda las capacidades del operario humano. Por ejemplo, cuando los requisitos de flexión o alcance o la frecuencia de cada componente de la tarea se incrementan, el potencial de lesiones de espalda y mano aumenta. El alcance de este desajuste se evalúa mejor a través de un análisis de tareas, que se analizará después en este

capítulo. La acomodación de todos los individuos se realiza a través de la adaptación. La ergonomía, aplicada a la distribución y al diseño, ayudará a prevenir daños físicos, a mejorar el desempeño y a aumentar el bienestar del operario.

Consideraciones sobre las herramientas y el lugar de trabajo para minimizar las lesiones en la muñeca. La reducción del esfuerzo producido sobre la muñeca se puede lograr si se observan los siguientes principios:

Mantener la muñeca en posición adecuada. Al mantener la muñeca en una posición neutral durante las acciones repetitivas en el lugar de trabajo, reduce por definición la cantidad de flexión, extensión y desviación cubital y radial de la muñeca. Mientras que los movimientos de flexión y extensión forzada o repetitiva de la muñeca tienden a dañar el nervio mediano, una muñeca que se mantiene en una posición correcta o neutral, es menos probable que padezca lesiones durante actividades con movimientos repetitivos.



Los métodos para asegurar que la muñeca se mantiene en una posición lo más neutral posible para una actividad desempeñada en un lugar de trabajo específico incluyen:

1. Capacitación sobre la biorretroalimentación.
2. Selección de la herramienta para una tarea específica.
3. Una distribución de la estación de trabajo para una tarea específica.

(William K)



CAPÍTULO 4

DESARROLLO



4.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Dentro del taller de maquinados industriales se realiza el proyecto para el aumento de tableros de ensamble, para mangueras en sistema de enfriamiento de la empresa REPATEX.

DISEÑO: Dentro del área de diseño se contaba solo con el dibujo en 3D (solo de la manguera para auto) para la realización del diseño del nuevo tablero, a la hora de realizar un tablero se trataba de dar un diseño único para cada tablero lo que conllevaba a tener más tiempo en la fabricación del nuevo diseño.

Si este es aceptado a la primera por el cliente se procedía a maquinar las piezas y si este fuese rechazado se procedía a comenzar de cero el diseño.

Para un nuevo diseño se encontraba la necesidad de volver a empezar de cero, con la ayuda del encargado de diseño se estandarizan piezas que pueden ser almacenadas y ocupadas en nuevos diseños próximos ahorrando tiempo en volverse a diseñar como lo son, paletas de seguridad, manerales de carga, clamps de inserción, medidas de placa de aluminio, altura en pistones, entre otros que ahorran tiempo en el diseñado de cada tablero.

Dentro del área de diseño se tenía tiempo atrás el problema de las medidas fuera de especificación lo que conllevaba retrabajos en el maquinado de las piezas a ensamblar en el tablero, se realiza la mejora en el diseño con la ayuda de conocimiento del producto y proponiendo la simulación del tablero ya en trabajo para así poder identificar las medidas fuera de los rangos de tolerancia. Se obtiene un cambio ya que dentro del maquinado ya no se realizan re trabajos innecesarios por lo que nos permite tener un proceso más fluido.

Se realiza como mejora la tolerancia de paleta de seguridad, con la ayuda del programa Catia V5 se simula el proceso de inserción de los componentes para verificar que la paleta no choque con la fixtura, ya que las medidas se realizan para poder cubrir su totalidad el componente a insertar y no ser violado ya que su propósito es ser un poka-yoke para evitar la falta de componentes, obteniendo así que el operador CNC realice un trabajo eficaz y a la primera con la ayuda del programa MASTER CAM se realiza una entrada en



las fixturas para que no tengan algún problema al ser ensamblado, logrando eliminar los re trabajos de recorte de material de la paleta , reubicación de barrenos por choque con fixtura y sobre todo cumplir con la correcta protección del componente, como lo requiere el cliente.



Figura 27 Antes de mejora (choque en fixturas)

FUENTE: Propia



Figura 28 Después de mejora (cavidad para evitar choque con fixtura)

FUENTE: Propia

La estandarización del clamp de inserción REPATEX ya que contaba con un diseño diferente y esto conllevaba al operador CNC a invertir más tiempo y la calidad del clamp no satisfacía las necesidades del cliente:

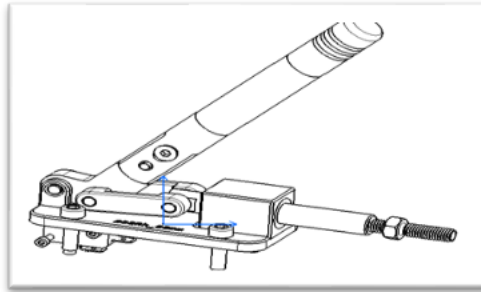


Figura 29 Antes de estandarización

FUENTE: Propia

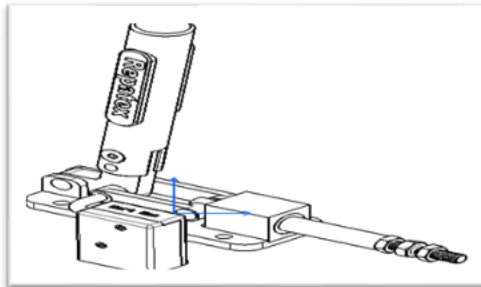


Figura 30 Palanca estandarizada para todo número de parte

FUENTE: Propia

La alineación del clamp de inserción con la fixtura para un buen ensamblado correcto y sin rotaciones en los componentes a ensamblar por el cliente, anteriormente se realizaban el ensamblado de los componentes a raíz de la placa de aluminio y con una dirección no lineal, esto conllevaba a realizar una mala inserción y con los componentes rotados, no olvidando la fuerza que se ocupa al hacer la inserción ya que la fuerza se dirigía a otro punto y no al punto central.

Una mejora apoyada por el cliente y aprobada:

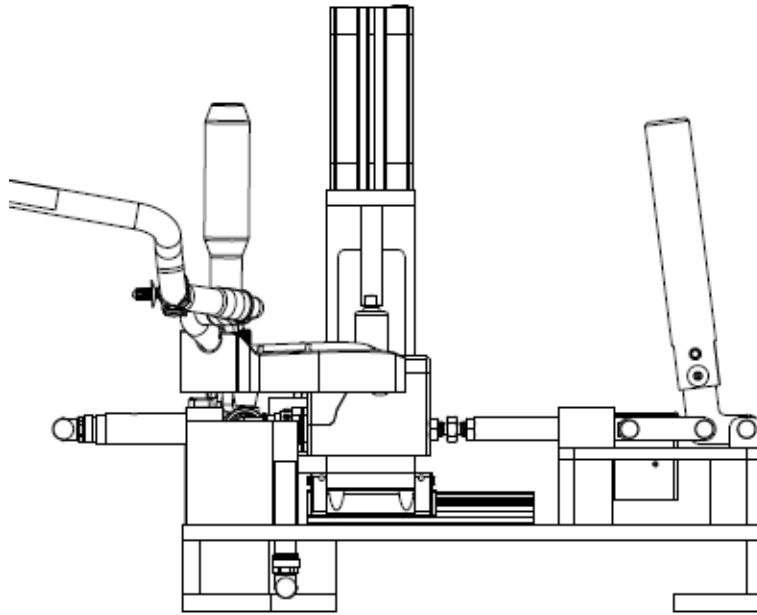


Figura 31 Alineación de clamp de inserción y fixturas

FUENTE: Propia

Por petición del cliente y como apoyo a la mejora se realiza el cambio del diseño para proteger el daño de los sensores inductivos

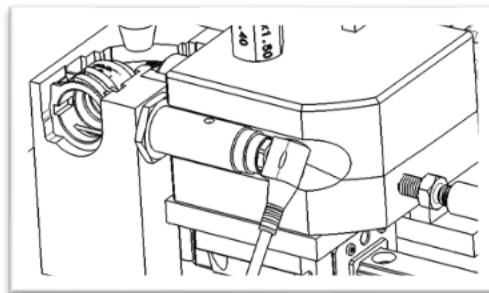




Figura 32 Sensor sin guarda

FUENTE: Propia

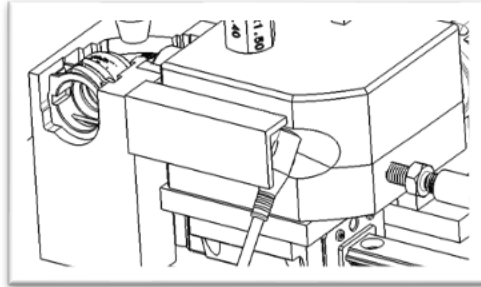


Figura 33 Sensor con guarda como mejora para evitar el daño del mismo.

FUENTE: Propia

Barrenos de forma manual: se realiza poka-yoke con la ayuda del operador de CNC para tener una plantilla de los barrenos requeridos y así no tener variación en las medidas requeridas por el cliente.





Figura 34 Barrenos retrabajados por fuera de distancias

FUENTE: Propia

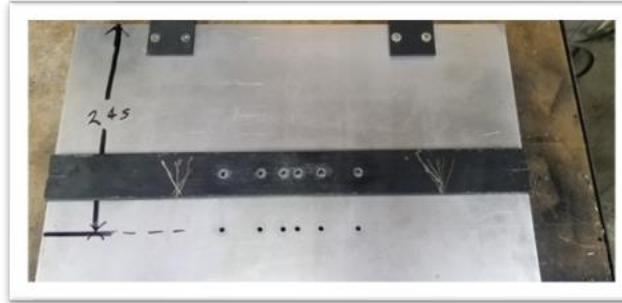


Figura 35 Uso de poka-yoke con barrenos a distancias correctas para evitar retrabajos y realizar trabajos a la primera.

FUENTE: Propia

Cambio de guarda para protección de componentes eléctricos y neumáticos por separado.

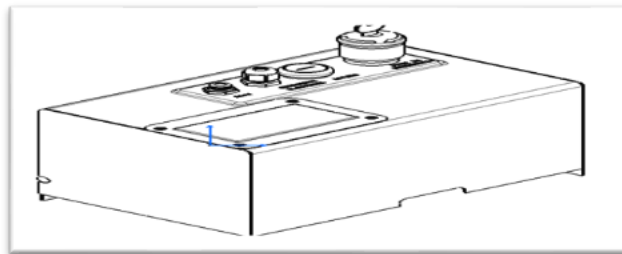


Figura 36 Componentes en solo una guarda se dañan válvulas por partes eléctricas muy pegadas.

FUENTE: Propia

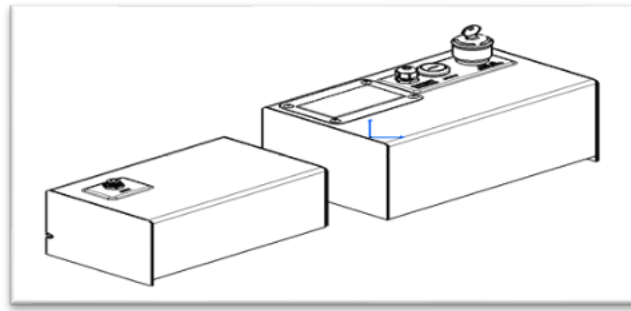


Figura 37 Componentes neumáticos y eléctricos por separado

FUENTE: Propia

4.1.1 DEPARTAMENTO DE TALLER DE MAQUINADOS.

En el área de maquinados se realiza la investigación de los problemas dentro del taller para poder atacar esos puntos y así poder aumentar el proceso de fabricación para la empresa de maquinados REPATEX.

REPATEX es una empresa dedicada a la fabricación de piezas industriales, lo que lleva a la empresa a divagar en diversos proyectos de mecanizados, llevando en armado de tableros de ensamble, como proyecto nuevo para la empresa.

4.1.2 PROCEDIMIENTO DE ESTUDIO

Dándome a la tarea de realizar un estudio de tiempos, note gran importancia en los trabajos que se realizan por el personal encargado del armado del tablero ya que no se tiene el conocimiento necesario del proceso del tablero y su importancia de cada pieza ensamblada, esto conllevando que el producto ya terminado tenga que regresar al taller por algún defecto fuera de especificación o algún retrabajo por el mal ensamblado que se realizó.

Nos adentramos al estudio de cada área, y de cada paso a paso en la fabricación conllevando a la falta de conocimiento por parte del personal que se encarga del armado del tablero, realizando un ensamblado de los componentes sin ninguna secuencia y sobre todo sin las especificaciones que el cliente requiere para su producto



4.1.2.1 SELECCIONAR EL TRABAJO

Realización de instrucción de trabajo del armado de tablero, para evitar re trabajos y tener menos tiempo en el armado y así poder mejorar el proceso de fabricación.

Se realiza un formato de revisión para antes de ser entregado al cliente final.

4.1.2.2 REGISTROS (FORMATOS)

4.1.2.2.1 FORMATO PARA REVISION DE TABLERO

Se realiza formato de revisión antes de ser entregado el tablero ya terminado a el cliente, se retoma como validación antes de ser producto final y se detectan posibles fallas en la validación se retoma la importancia de cada punto al operador encargado de la validación

FORMATO DE REVISION DE TABLERO					
NÚMERO DE PARTE:	ESTACION DE TRABAJO:	FECHA:	TURNO:	ÁREA:	¿QUÉN REALIZA?
ACTIVIDAD	REALIZADO	NO REALIZADO	NO APLICA	SI ENCUENTRA ALGÚN DETALLE O TIENE ALGÚN COMENTARIO, ANOTE	
REVISION DE PARTES MECANICAS					
- REVISION QUE CADA PARTE ENSAMBLADA CUENTE CON LA ORNILLERIA COMPLETA.					
- REVISION QUE PARTES MECANICAS TENGAN BUEN MUELLE O CLAMP E SUJECION , CLAMP DE INSERCIÓN, PISTONES TRABAJEN CORRECTAMENTE.)					
- REVISION DE GUARDA DE SEGURIDAD, FUNCIONAMIENTO DE ISAGARAS CORRECTAMENTE.					
- REVISION DE CLAMP DE SUJECION, QUE REALICE BUEN SUJECION DE OMPONENTE E IMPIDA ROTACION DEL MISMO.					
-REVISION DE PALETA DE SEGURIDAD TENGA BUEN MUELLE O Y QUE LIBRA AL MENOS EL 60% DEL COMPONENTE A PROTEGER.					
- VERIFICAR QUE LOS ARANADOS DE LOS TABLEROS ESTEN BIEN LIADOS Y QUE NO ESTEN FLOJOS.					
-REVISION DE ALINEACION ENTRE NIDO DE CONECTOR Y BASE DE FITURAS, PARA UNA BUENA INSERCIÓN.					
- REVISION QUE FITURAS CUENTE CON UN 70-20 CORRECTO, PARA UNA BUENA SUJECION DE MANGUERA DE ENFRIAMIENTO.					
3.-REVISION DE BUEN RECORRIDO EN CARRO PARA RECORRIDO DE SERCIÓN.					
1.-REVISION QUE ANGULO DE SUJECION MESA DE TRABAJO CUENTE ON TORNILLOS, RONDANAS Y TUERCA DE SEGURIDAD CORRECTA UACION					
2.- REVISION QUE MANERALES DE CARGA ESTEN FIJOS CORRECTAMENTE A LA PLACA DE ALUMINIO.					
3.- VERIFICACION QUE NIDO DE ARILLO DE CRIMPADO SEA EL CORRECTO AL DIAMETRO ESPECIFICADO.					
REVISION DE FUNCIONAMIENTO CORRECTO					
- VERIFICACION QUE POKA-YOKES FUNCIONEN CORRECTAMENTE.					
- VERIFICACION QUE LA INSERCIÓN SEA LA CORRECTA Y NO SE TENGA A DIFICULTAD PARA INSERTAR.					
- VERIFICACION QUE ALINEACION CON TOLERANCIAS COINCIDAN A LA ORA DE RETIRAR ENSAMBLE.					
- VERIFICACION QUE LA MANGUERA ESTE LIBRE Y SIN OBSTRUCCIONES PARA SU LIBERACION Y EVITAR ROTACION EN SUS COMPONENTES.					
- REVISION QUE LOS PISTONES NEUMATICOS LIBEREN SIN OBSTRUCCION.					
- REVISION DE PARO DE EMERGENCIA TRABAJE CORRECTAMENTE.					
- REVISION QUE ETIQUETA DMC ESTE EN LA ORIENTACION CORRECTA					
Instrucciones del llenado:					
ESTE FORMATO SERA LLENADO SIEMPRE QUE SE VALIDE UN NUEVO TABLERO A COMO PRODUCTO FINAL. "AL ENCONTRAR ALGUN ALGUNA FALLA O NO SE PUEDE REALIZAR ALGUN PUNTO ENCIONADO SE DEBERA NOTIFICAR DE INMEDIATO AL ENCARGADO DEL		NOMENCLATURA : " X " PARA INDICAR QUE LA REVISION SE REALIZO , " X " PARA INDICAR QUE LA REVISION NO FUE REALIZADA. SI ESTE REQUIERE ALGUN RETRABAJO O MODIFICACION HACERLO SABER DE INMEDIATO.			



Tabla 8 Formato de revisión (check list)

FUENTE: Propia

4.1.2.2.2 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

Se realiza como mejora y procedimiento de instrucción de trabajo para un trabajo más eficaz.

REPATEX S.A. DE C.V.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE BASE PRINCIPAL PARA LA COLOCACION DE FIXTURAS, NIDO Y CLAMP DE INSERCIÓN.				INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 1	
PREPARADO POR:		ARMANDO RUIZ MARTINEZ		REVISADO POR:		ING.CESAR N. MONTOYA LAREDO	
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO:		PRACTICANTE		PUESTO:	
				GERENTE DE VENTAS		JEFE DE AREA	
	ZAPATO DE SEGURIDAD						
	LENTE						
	MASCARILLA DESECHABLE						
	TAPONES AUDITIVOS						
	CAMISA MANGA LARGA						
	GUANTES DE CARNAZA						

Figura 38 Instrucción de trabajo #1 para armado de base principal para la colocación de fixturas, nido y clamp de inserción.

FUENTE: Propia

REPATEX S.A. DE C.V.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE CLAMP DE INSERCIÓN REPATEX.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 2	
PREPARADO POR: ARMANDO RUIZ MARTINEZ		FECHA: 17/01/2022				
REVISADO POR: ING.CESAR N. MONTOYA LAREDO		REVISION: PRIMERA REVISION				
APROBADO POR: ING.EDGAR PEREZ						
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO: GERENTE DE VENTAS	PUESTO: JEFE DE AREA			
	ZAPATO DE SEGURIDAD					
	LENTE					
	MASCARILLA DESECHABLE	Paso1.- Armado de partes mecanicas para clamp de insercion Repatex, con la ayuda de soldadura electrica(union de piezas).	Vista despues de armado (Paso1)	Paso2.- Colocacion de pin (1) dentro de cavidad en base para micro hartman (4).	Paso3.- Colocacion de micro hartman(2) en base para micro hartman (4)condiendo con barrenos a 2.5 mm.	
	TAPONES AUDITIVOS					
	CAMISA MANGA LARGA					
	GUANTES DE CARNAZA	Paso4.- Colocacion de tapa para proteccion (3) con la ayuda de tornillos 2.5 mm fijacion en base para micro hartman(4).	Vista previa de armado de proteccion para micro swithc hartman	Paso5.- Colocacion de proteccion para microsiwthc harman(1) en clamp de insercion REPATEX (2) con la ayuda de soldadura electrica.	Vista previa de clamp de insercion ya armado (Paso5).	



Figura 39 Instrucción de trabajo #2 para armado de clamp de inserción REPATEX.

FUENTE: Propia					
REPATEX S.A. DE C.V.					
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE CLAMP DE INSERCIÓN REPATEX CON BASES DE ALTURA A BASE PRINCIPAL			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 3		
PREPARADO POR: ARMANDO RUIZ MARTINEZ			FECHA: 17/01/2022		
PUESTO: PRACTICANTE			REVISIÓN: PRIMERA REVISIÓN		
REVISADO POR: ING. CESAR N. MONTOYA LAREDO			APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ		
PUESTO: GERENTE DE VENTAS			PUESTO: JEFE DE AREA		
EQUIPO DE SEGURIDAD					
	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE				
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				
		Vista previa de riel en base principal (Paso4).	Paso1.- Colocacion de bases de altura (1),(2) en clamp de insercion REPATEX(3) previamente armado (Paso5) con la ayuda de tornillos 6mm por 20mm.	Vista previa de armado de clamp (Paso1).	Paso2.- Colocacion de clamp de insercion REPATEX(1) en base principal(2) con la ayuda de tornilleria 6mm por 20mm.
		Vista previa de partes ya armadas (Paso2).	Paso3.- Colocacion de base principal(1) en base de aluminio(2) con la ayuda de tornilleria 6mm por 15mm.	Vista previa de base general, en base de aluminio, despues del Paso3.	

Figura 40 Instrucción de trabajo #3 para armado de clamp de inserción REPATEX con bases de altura a base principal.

FUENTE: Propia					
REPATEX S.A. DE C.V.					
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE FIXTURAS EN PISTON PARA SUJECION DE MANGUERA			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 4		
PREPARADO POR: ARMANDO RUIZ MARTINEZ			FECHA: 17/01/2022		
PUESTO: PRACTICANTE			REVISIÓN: PRIMERA REVISIÓN		
REVISADO POR: ING. CESAR N. MONTOYA LAREDO			APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ		
PUESTO: GERENTE DE VENTAS			PUESTO: JEFE DE AREA		
EQUIPO DE SEGURIDAD					
	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE				
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				
		Paso1.- Colocacion de piston(1) en base para piston(2) con la ayuda de tornilleria 6mm por 20mm. Al termino colocar tuerca.	Vista despues de armado (Paso1)	Paso2.- Colocacion de buje para piston(1) en base para sujecion de fixtura(2) con la ayuda de soldadura electrica.	Vista de base despues de Soldadura (Paso2).
		Paso3.- Colocacion de base para fixtura(1) en fixtura de manguera para auto(2) con la ayuda de tornillos 5mm por 15mm.	Vista de fixtura con base ya armada (Paso3).	Paso4.- Colocacion de base de corredera(1) en poste para piston(2) con la ayuda de tornilleria 5mm por 20mm.	Paso5.- Colocacion de base de piston(3) en poste para piston(2) con la ayuda de tornilleria 5mm por 20 mm.

Figura 41 Instrucción de trabajo #4 para armado de fixturas en pistón para sujeción de manguera

FUENTE: Propia



Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

REPATEX S.A. DE C.V.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE FIXTURAS EN PISTON PARA SUJECION DE MANGUERA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 5	
PREPARADO POR: ARMANDO RUIZ MARTINEZ		REVISADO POR: ING. CESAR N. MONTOYA LAREDO		FECHA: 17/01/2022	REVISION: PRIMERA REVISION
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO: GERENTE DE VENTAS		APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ	JEFE DE AREA
 	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE	Vista previa despues de armado (Paso5).		Vista previa de piston y fixtura ya armada (Paso7).	
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				

Figura 42 Instrucción de trabajo #5 para armado de fixturas en pistón para sujeción de manguera

FUENTE: Propia

REPATEX S.A. DE C.V.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE VENTANA DE SEGURIDAD PARA TABLERO DE ENSAMBLE		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 6	
PREPARADO POR: ARMANDO RUIZ MARTINEZ		REVISADO POR: ING. CESAR N. MONTOYA LAREDO		FECHA: 17/01/2022	REVISION: PRIMERA REVISION
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO: GERENTE DE VENTAS		APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ	JEFE DE AREA
 	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE	Paso1.- Colocacion de pin (1) dentro de cavidad en base para micro hartman (4).		Paso4.- Colocacion de proteccion de microswitch hartman(pieza del paso 3) en base para piston.	
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				

Figura 43 Instrucción de trabajo #6 para armado de ventana de seguridad para tablero de ensamble

FUENTE: Propia



Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

REPATEX S.A. DE C.V.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE VENTANA DE SEGURIDAD PARA TABLERO DE ENSAMBLE		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 7		
PREPARADO POR:		ARMANDO RUIZ MARTINEZ	REVISADO POR:		ING. CESAR N. MONTOYA LAREDO	FECHA:	17/01/2022
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO:	PRACTICANTE	PUESTO:	GERENTE DE VENTAS	REVISION:	PRIMERA REVISION
						APROBADO POR:	ING. EDGAR PEREZ
						PUESTO:	JEFE DE AREA
	ZAPATO DE SEGURIDAD						
	LENTE						
	MASCARILLA DESECHABLE	Se realiza Paso 8 con la ayuda de soldadura electrica para su fijacion		Paso9.- Colocacion de pin de deteccion de microswitch harman(3) en base para cuerda hacia piston(2).		Se realiza Paso 9 con ala ayuda de soldadura electrica para su fijacion.	
						Vista previa de paleta de seguridad ya terminada.	
	TAPONES AUDITIVOS						
	CAMISA MANGA LARGA						
	GUANTES DE CARNAZA	Paso10.- Colocacion de paleta de seguridad(1) en piston neumatico(2).		Vista previa de piston ya terminado			

Figura 44 Instrucción de trabajo #7 para armado de ventana de seguridad para tablero de ensamble

FUENTE: Propia

REPATEX S.A. DE C.V.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE FIXTURAS Y PALETA DE SEGURIDAD EN BASE DE ALUMINIO.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 8		
PREPARADO POR:		ARMANDO RUIZ MARTINEZ		REVISADO POR:	ING.CESAR N. MONTOYA LAREDO	FECHA:	17/01/2022
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO:	PRACTICANTE	PUESTO:	GERENTE DE VENTAS	REVISION:	PRIMERA REVISION
						APROBADO POR:	ING. EDGAR PEREZ
						PUESTO:	JEFE DE AREA
	ZAPATO DE SEGURIDAD						
	LENTE						
	MASCARILLA DESECHABLE	Vista previa de placa de aluminio ya barrenada previamente	Paso1.- Colocacion de base para fixturas(1), con la ayuda de carro y rie de recorrido(2).	Vista previa de Paso 1 ya terminado.	Paso2.- Colocacion de paleta de seguridad(1) en base de aluminio(2).		
	TAPONES AUDITIVOS						
	CAMISA MANGA LARGA						
	GUANTES DE CARNAZA	Vista previa del Paso 2 ya terminado.	Paso3.- Colocacion de botonera push boton(1) en base de aluminio(2), con la ayuda de tornilleria 3mm por 15mm.	Vista previa de Paso 3 ya terminada. (Botonera lado derecho)	Paso4.- Repita paso 3, para la colocacion de botonera push boton en base de aluminio lado izquierdo.		

Figura 45 Instrucción de trabajo #8 para armado de fixturas y paleta de seguridad en base de aluminio.

FUENTE: Propia



Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

REPATEX S.A. DE C.V.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE ANGULOS DE SUJECION.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 9	
PREPARADO POR:		ARMANDO RUIZ MARTINEZ		FECHA: 17/01/2022	
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO: PRACTICANTE		REVISION: PRIMERA REVISION	
		PUESTO: GERENTE DE VENTAS		APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ	
				PUESTO: JEFE DE AREA	
	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE				
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				

Figura 46 Instrucción de trabajo #9 para armado de ángulos de sujeción.

FUENTE: Propia

REPATEX S.A. DE C.V.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE NIDO PARA CONECTOR Y ARILLO DE CRIMPADO.		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 10	
PREPARADO POR:		ARMANDO RUIZ MARTINEZ		FECHA: 17/01/2022	
EQUIPO DE SEGURIDAD		PUESTO: PRACTICANTE		REVISION: PRIMERA REVISION	
		PUESTO: GERENTE DE VENTAS		APROBADO POR: ING. EDGAR PEREZ	
				PUESTO: JEFE DE AREA	
	ZAPATO DE SEGURIDAD				
	LENTES				
	MASCARILLA DESECHABLE				
	TAPONES AUDITIVOS				
	CAMISA MANGA LARGA				
	GUANTES DE CARNAZA				

Figura 47 Instrucción de trabajo #10 para armado de nido para conector y arillo de crimpado.

FUENTE: Propia



Aumento en la fabricación de tableros, en ensambles de mangueras para el sistema de enfriamiento en automóviles dentro de la empresa REPATEX.

REPATEX S.A. DE C.V.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE CLAMP DE SUJECION DE COMPONENTE.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 11	
PREPARADO POR:			ARMANDO RUIZ MARTINEZ			FECHA:	17/01/2022
PUESTO:			PRACTICANTE			REVISION:	PRIMERA REVISION
EQUIPO DE SEGURIDAD			PUESTO:			APROBADO POR:	ING. EDGAR PEREZ
			GERENTE DE VENTAS			PUESTO:	JEFE DE AREA
	ZAPATO DE SEGURIDAD						
	LENTES	Paso1.- Colocacion de clamp(1) de sujecion en base para clamp(2), con la ayuda de tornilleria 5mm por 10mm.		Vista previa de clamp de sujecion despues del Paso1.		Vista previa de aplicacion de soldadura de redondo de 1/2" y base para clamp.	
	MASCARILLA DESECHABLE						
	TAPONES AUDITIVOS						
	CAMISA MANGA LARGA						
	GUANTES DE CARNAZA	Vista previa clamp de sujecion despues del Paso2.		Paso3.- Aplicacion de soldadura para colocacion de base para clamp de sujecion de componente.			

Figura 48 Instrucción de trabajo #11 para armado de clamp de sujeción de componente.

FUENTE: Propia

REPATEX S.A. DE C.V.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA ARMADO DE ARAÑADO DE ORIENTACION PARA MANGUERA Y ETIQUETA QR DE IDENTIFICACION DE CLIENTE.			INSTRUCCIÓN DE TRABAJO NUMERO 12	
PREPARADO POR:			ARMANDO RUIZ MARTINEZ			FECHA:	17/01/2022
PUESTO:			PRACTICANTE			REVISION:	PRIMERA REVISION
EQUIPO DE SEGURIDAD			PUESTO:			APROBADO POR:	ING. EDGAR PEREZ
			GERENTE DE VENTAS			PUESTO:	JEFE DE AREA
	ZAPATO DE SEGURIDAD						
	LENTES	Paso1.- Colocacion de base para fixtura(1) en fixtura(2), con la ayuda de tornilleria 6mm por 10mm.		Vista previa de fixtura despues del Paso1.		Vista previa de fixtura ya colocada conforme a orientacion de manguera, despues de Paso2.	
	MASCARILLA DESECHABLE						
	TAPONES AUDITIVOS						
	CAMISA MANGA LARGA						
	GUANTES DE CARNAZA	Paso3.- Armado de arañado, para etiqueta QR, conforme a ruta y orientacion de la manguera.		Vista previa de arañado con ruta y orientacion de etiqueta QR, despues del Paso3.			

Figura 49 Instrucción de trabajo #12 para armado de arañado de orientación para manguera y etiqueta QR de identificación de cliente.

FUENTE: Propia



4.1.2.3 ANALIZAR DETALLES DE LA ESTRUCTURA

Se revisan y analizan los puntos de nuestro formato de validación del tablero con la ayuda del operador encargado de ensamblar, con la ayuda del gerente de ventas, con el ingeniero de diseño y el operador CNC para descartar algún punto que no se haya plasmado en nuestro formato y así poder asegurar una validación correcta y eficaz. Se analiza la aplicación de la instrucción de trabajo para poder ser lo mas entendible posible y poder capacitar a personal futuro y tener una base de información y experiencia necesaria para los proyectos futuros dentro del taller de maquinados REPATEX.

4.1.2.4 APLICACIÓN DE LO QUE ES SEIS SIGMAS

Se realiza el estudio de tiempos de la fabricación y con la ayuda de las herramientas estadísticas de six sigma se lleva el proyecto a mejorar el proceso y reducir los tiempos por re trabajos y así poder reducir tiempos en su fabricación y poder tener un mejor flujo en el proceso y cumplir con las fechas de entrega establecidas.

Se realiza la toma de tiempos de cada área y cada componente que se utiliza para el armado de tableros.

Tabla 9 Toma de tiempos antes de mejora

TOMA DE TIEMPOS EN MINUTOS (POR TABLERO DE ENSAMBLE)											
PROCESO	NUMERO DE PIEZAS	DISEÑO	PROGRAMADO	CORTE DE MATERIAL	CONTORNO	APROXIMADO	TERMINADO	RETRABAJOS	ENSAMBLADO Y DETALLADO	TIEMPO TOTAL INVERTIDO	TOTAL EN HORAS
Tolba	2	60		20			40	30	120	272	4.533333333
Base clamp 202-UL	3	20		15						38	0.633333333
Soporte fixturas	2	60		5				15		82	1.366666667
Fixturas	4	160	120	40	240	360	360	180	60	1524	25.4
Soporte Ventana	3	60		15					60	138	2.3
Clamp de Inserción Repatex	1	300	150	5	100	100	80	40	90	866	14.43333333
Nido (Matriz)	1	80	180	20	240	300	240	120	30	1211	20.18333333
Dispensador QR	1	30		15					30	76	1.266666667
Maneral	2	20		5					60	87	1.45
Base Nido	1	20	30	5	25	20	20	0	20	141	2.35
Base Soporte Fixturas	5	45	100	30	150	100	100	50	50	630	10.5
Base Aluminio	1	30	30		40	40	20	45	240	446	7.433333333
Soporte para colocacion de QR	1	20	10	5	15	10	10	0	30	101	1.683333333
Hart man	1	180	20	10	25	20	15	0	20	291	4.85
Paleta	1	15	0	15	0			15	30	76	1.266666667
Soporte piston	1	20	20	5	20	15	15	0	20	116	1.933333333
										6095	101.6
										TOTAL TIEMPO EN MINUTOS	TOTAL TIEMPO EN HORAS
										12.70	
										TOTAL EN DIAS	
										2.12	
										TOTAL EN SEMANAS	

FUENTE: Propia



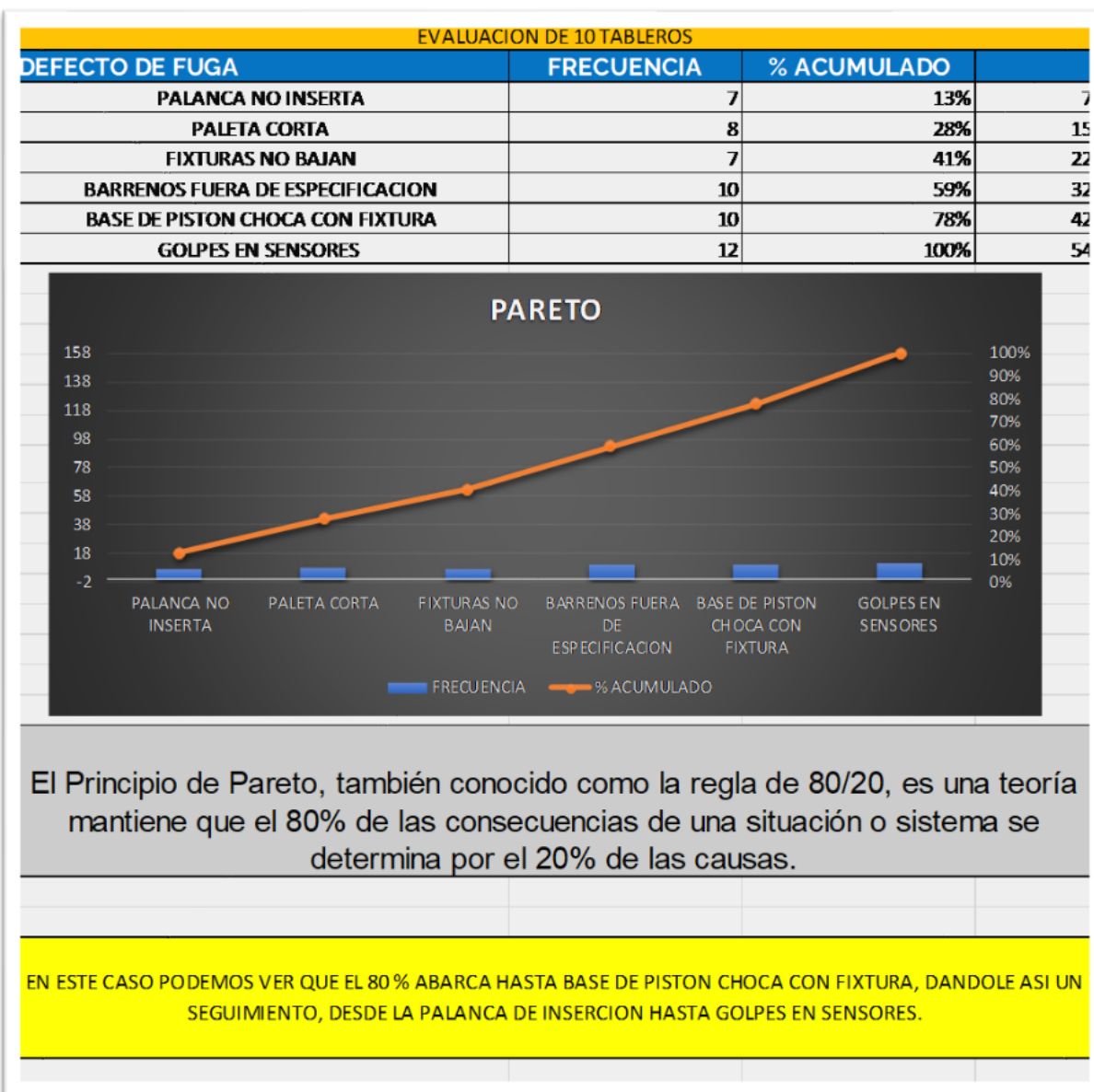
Se realiza una lluvia de ideas para saber las posibles fallas y así poder identificar nuestra causa raíz.

- 1.- Producto nuevo en la empresa, sin base teórica y práctica.
- 2.- Armado de forma manual sin algún instructivo.
- 3.- Implementación de producto nuevo sin capacitación.
- 4.- Diseño de tablero sin conocer el proceso.
- 5.- Falta de capacitación del valor del producto.
- 6.- Enfoque de práctica del producto.
- 7.- Visualización de producto terminado, en validación como producto para cliente final.
- 8.- Falta de conocimiento de especificaciones requeridas por el cliente.
- 9.- Conocer los puntos críticos de seguridad y ergonómicos.
- 10.- Tablero con especificaciones correctas solicitadas por el cliente, para un buen uso a la hora de realizar un set-up.
- 11.- Validación de diseño aprobada por el cliente antes del maquinado de piezas.

Se realiza diagrama de Pareto para saber nuestro principal defecto y atacarlos en un orden en específico.



Tabla 10 Tabla para diagrama de Pareto



FUENTE: Propia



Se realiza diagrama de estratificación y diagrama de Ishikawa atacando el re trabajo en el ensamblado de tableros para manguera de enfriamiento.

Tabla 11 Tabla para estratificación



FUENTE: Propia



Se realiza un diagrama de flujo para saber y detectar nuestras fallas en el flujo del proceso.

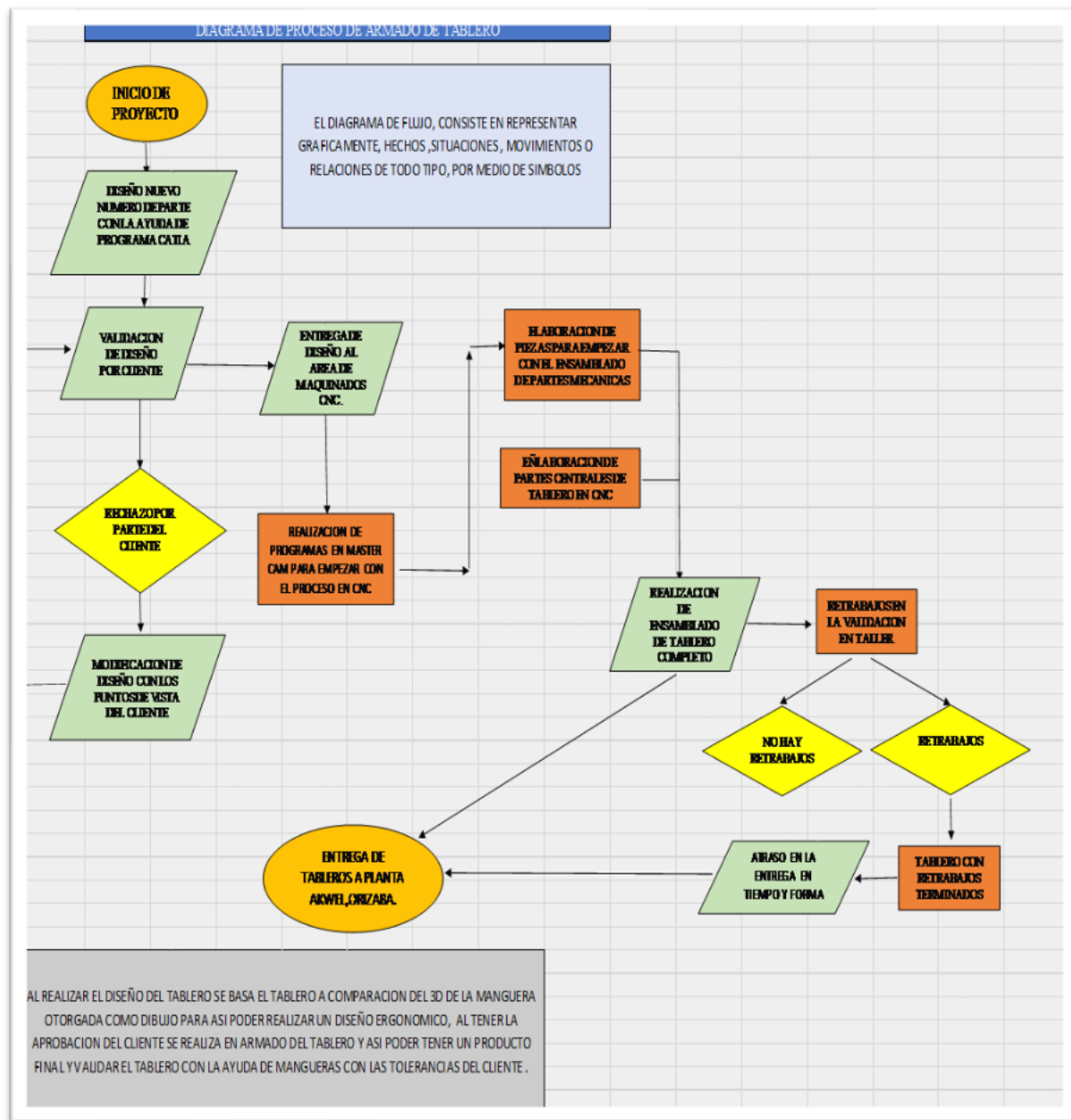


Figura 50 Diagrama de proceso del proceso de fabricación de tableros

FUENTE: Propia



CAPÍTULO 5

RESULTADOS



5.1 RESULTADOS (PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS, MAQUETAS PROGRAMAS, ENTRE OTROS).

1.-Al inicio del presente proyecto se tomó la información necesaria del proceso de su fabricación desde el área de diseño, área de maquinado de piezas, ensamblado de piezas ya como producto final, lo que nos ayudó a identificar las fallas que más se repetían en el proceso, dando por primera cuenta la falta de conocimiento del proceso del armado de los tableros, teniendo en mente reducir los tiempos de re trabajo y mejorar el proceso, tomando en cuenta la calidad de nuestro proceso para la satisfacción de nuestro cliente.

2.-Se realizó la toma de tiempos del proceso por área y atacar nuestro principal defecto de los retrabajos dentro del taller de maquinados REPATEX.

En primera instancia se tiene en mente el aumento de la fabricación de los tableros, lo que nos llevó a atacar los defectos, re trabajos y rechazos por parte de nuestro cliente, para así poder llegar a nuestro objetivo general.

3.-Teniendo una junta con el personal a cargo del proyecto y las diferentes áreas se realiza una lluvia de ideas para poder empezar con el proyecto y poder tener evidencia cualitativa de hacia dónde nos dirigimos con nuestro proyecto.

Con la ayuda proporcionada se empieza con el recabado de datos del tiempo de fabricación de las diferentes áreas y así poder comparar el antes y después del estudio que se realiza y poder implementar las herramientas básicas de six sigma.

Se realiza el análisis con la ayuda del equipo de las principales fallas que más se repiten.



Tabla 12 Principales fallas en el proceso de fabricación de tableros de ensamble para mangueras de enfriamiento.

PALANCA NO INSERTA	0	8	3
PALETA CORTA	7	0	5
FIXTURAS NO BAJAN	0	7	6
BARRENOS FUERA DE ESPECIFICACION	0	0	10
BASE DE PISTON CHOCA CON FIXTURA	7	0	7
GOLPES EN SENSORES	10	0	0
TOTAL	24	15	31

FUENTE: Propia

4.- Se trabaja en las fallas y se realizan mejoras que satisfacen la necesidad del cliente, de igual manera trabajando en el proceso de su fabricación con la ayuda de una instrucción de trabajo y poder así tener un conocimiento más claro de lo que realiza, pudiendo así ensamblar las piezas paso a paso y evitar el retrabajo después de que el tablero ya es producto final.

5.- Nos encontramos que nuestro principal defecto de retrabajos y fallas se encuentran en el área de ensamblado del tablero, identificando esto con la ayuda de las herramientas de six sigma como lo fue, Pareto, estratificación, diagrama de Ishikawa, diagrama de flujo.

6.- Tomando en cuenta la opinión del personal involucrado y por ser un producto nuevo para la empresa nos damos cuenta que el personal no tiene conocimiento del valor de este producto, ni con el conocimiento de las tolerancias que cada numero de parte requiere para poder satisfacer la necesidad del cliente y sobre todo la calidad del producto.

7.- Me doy a la tarea de realizar una pequeña capacitación dentro de la empresa, y el uso de una instrucción de trabajo para mejorar el proceso y así reducir los tiempos de re trabajo y poder entregar un producto conforme y la satisfacción de nuestro cliente, ganado dos números nuevos de parte para la entrega próxima en febrero del presente año.



Tabla 13 Toma de tiempos después de la mejora

TOMA DE TIEMPOS EN MINUTOS (POR TABLERO DE ENSAMBLE)											
PROCESO	NUMERO DE PIEZAS	DISÑO	PROGRAMADO	CORTE DE MATERIAL	CONTORNO	APROXIMADO	TERMINADO	RETRABAJO	ENSAMBLADO Y DETALLADO	TIEMPO TOTAL INVERTIDO EN MINUTOS	TOTAL EN HORAS
Tolba	2	30		20			40	0	50	142	2.37
Base clamp 202-UL	3	15		15						33	0.55
Soporte fixturas	2	60		5				10		77	1.28
Fixturas	4	160	120	40	240	360	360	60	30	1374	22.90
Soporte Ventana	3	30		15					30	78	1.30
Clamp de Inserción Repatex	1	30	150	5	100	100	80	40	25	531	8.85
	1	80	180	20	240	300	240	30	30	1121	18.68
Dispensador QR	1	10		15					20	46	0.77
Maneral	2	20		5					60	87	1.45
Base Nido	1	20	30	5	25	20	20	0	20	141	2.35
Base Soporte Fixturas	5	30	100	30	150	100	100	0	50	565	9.42
Base Aluminio	1	30	30		40	40	20	0	20	181	3.02
Soporte para colocacion de QR	1	20	10	5	15	10	10	0	30	101	1.68
Hart man	1	25	20	10	25	20	15	0	20	136	2.27
Paleta	1	15	0	15	0			0	30	61	1.02
Soporte piston	1	10	20	5	20	15	15	0	20	106	1.77
										4780	79.7
										TOTAL TIEMPO EN MINUTOS	TOTAL TIEMPO EN HORAS
										9.96	
										TOTAL EN DIAS	
										1.66	
										TOTAL EN SEMANAS	

FUENTE: Propia

Comparación de tiempos de la fabricación por áreas del antes y después de la implementación de mejora con la ayuda de instrucción de trabajo, capacitación y uso de formato de validación de proceso ya como producto final.



Tiempos en minutos del antes y después

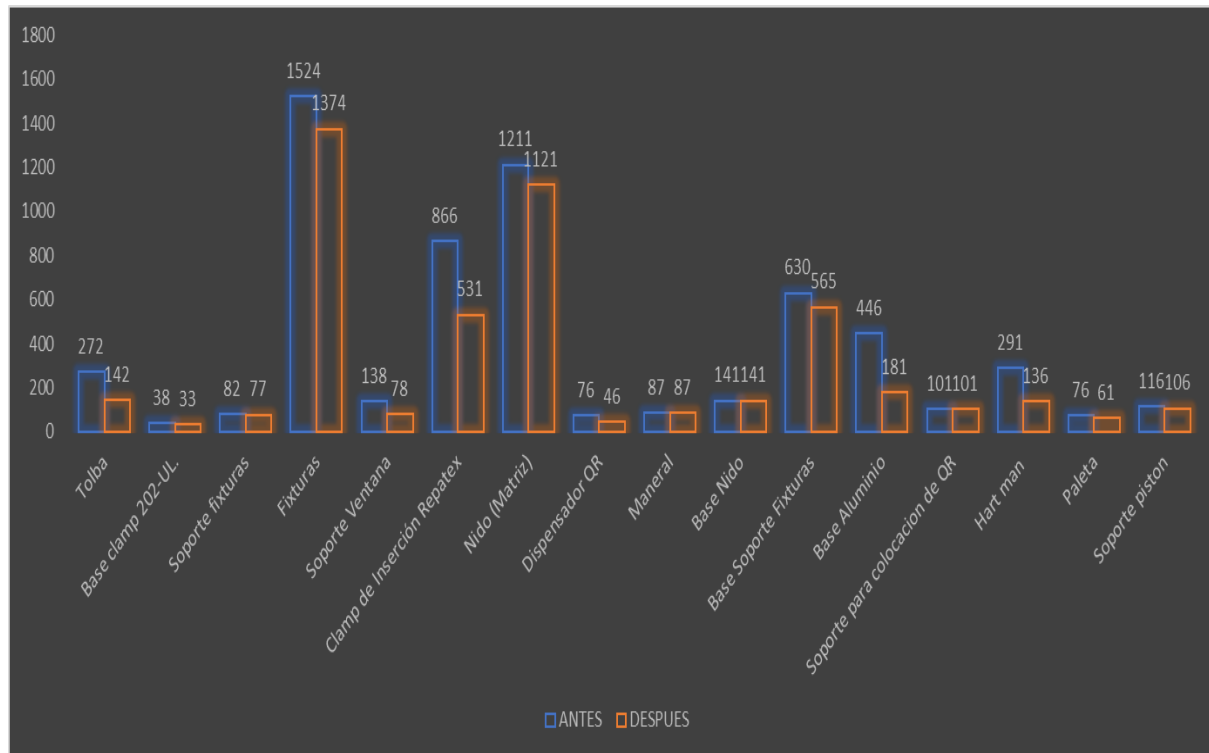


Figura 51 Comparación con la ayuda de grafica de barras de tiempos de fabricación del antes y después.

Se realiza la comparación en días de fabricación notando la reducción de tiempos del proceso de fabricación y en reducción de re trabajos y rechazos por parte del cliente, cumpliendo con el objetivo de satisfacción al cliente, entrega en tiempo y forma de tableros y poder tener mas rentabilidad con la empresa AKWEL Orizaba S.A. DE C.V.

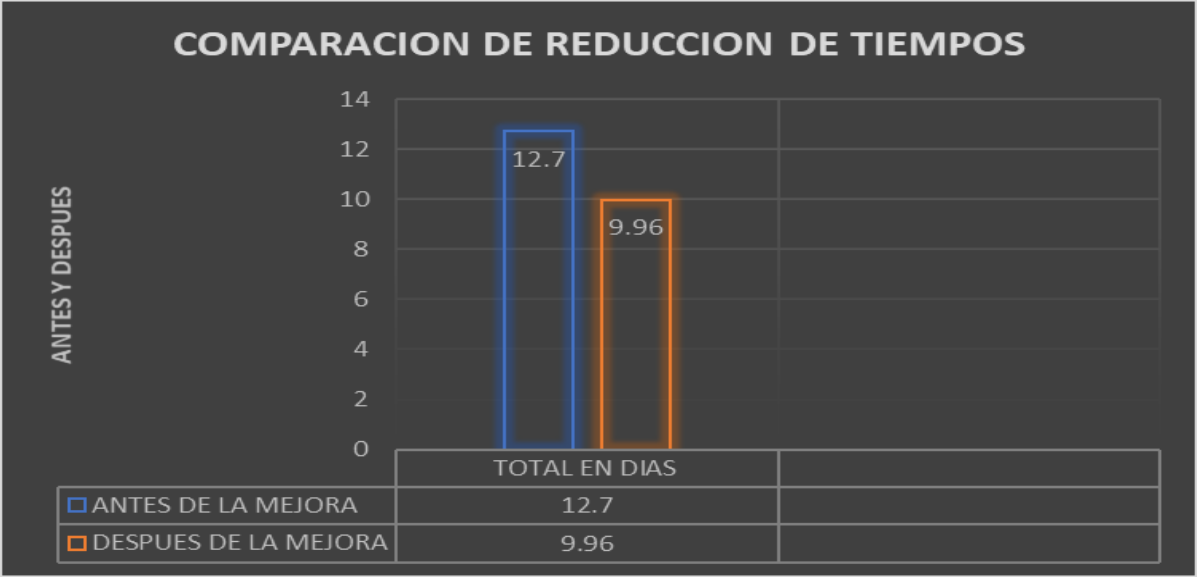


Figura 52 Comparación de tiempos en días de fabricación



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES



6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Nos encontramos con el termino de dicho proyecto encontrando una mejora en la fabricación y teniendo menores fallas que no causan gran significancia en la calidad del producto el presente trabajo mostro una gran satisfacción por parte del personal del taller de maquinados REPATEX, ya que al implementar una instrucción de trabajo así como la buena práctica y especificación de las tolerancias que requiere el cliente se entrega un producto con la suficiente calidad para ser considerados como competentes y así adquirir nuevos proyectos.

Atacando los fallos con los que nos encontramos a lo largo del proyecto nos damos cuenta que se realizo una mejora en el producto y teniendo al personal con el conocimiento necesario nos damos cuenta que estamos preparados para poder con nuevos proyectos a futuro y poder entregar el producto en tiempo y forma y sobre todo con un producto de calidad, el ensamblado se volvió un proceso que se realiza con mínimos detalles que son verificados y revisados antes de ser entregados al cliente.

Cabe mencionar que esto no se hubiera logrado con el apoyo y buen trabajo de todos y a la adaptación de nuevos procedimientos que llevaron a mejorar el proceso.

Se logra con el objetivo de reducir re trabajos y disminuir así los tiempos de fabricación, se logra tener un producto conforme y sin rechazos por parte del cliente, esto con la ayuda de la implementación del formato de validación del producto, y de igual manera se logra tener una rentabilidad dentro de la planta AKWEL, Orizaba ya que se ganaron 2 nuevos números de parte, para su próxima entrega en febrero del presente año.

Ya que hasta el momento solo se contaba con 5 números de parte cuando se inicio el proyecto esto nos llevaba a un incumplimiento de los tableros en tiempo y forma ya que el tiempo que se invertía al inicio era de dos semanas(12 días por tablero) un numero de parte cuenta con dos tableros, el tiempo estimado para la fabricación son 10 días, cumpliendo con la entrega de los últimos dos números de parte esto sin tener en cuenta que después de los 12 días invertidos el producto era regresado por diversas inconformidades encontradas después de haber salido del taller de maquinados REPATEX, teniendo la mejora de reducción de tiempos por retrabajos y la reducción de



rechazos por producto no conforme y así cumplir con la satisfacción del cliente y ganando nuevos proyectos.

Se realizan las recomendaciones necesarias, dentro de la ayuda visual lo único que cambia como proceso son las diferentes fixturas, esto debido a que las mangueras cuentan con una diferente longitud y diámetro, así mismo los añadidos de etiquetas QR y de añadido de orientación.

La capacitación a nuevo personal con la documentación otorgada y autorizada para su impresión y tener una base, para el conocimiento y capacitación de personal nuevo si fuera el caso, trabajar con cada numero de parte y las especificaciones que cada una de ellas conlleva.

Seguimiento de formato en cada termino de tablero para su validación correcta en el término de su fabricación, para encontrar o corregir alguna anomalía que conlleve un retrabajo o rechazo por parte del cliente.



CAPÍTULO 7

COMPETENCIAS DESARROLLADAS



7.1 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Dentro de mis competencias desarrolladas me encontré con los conocimientos de formulación y evaluación de proyectos ya que se tubo que realizar un estudio del tiempo de entrega de nuestro producto, ya que esto nos pone como competencia y la entrega en tiempo y forma, teniendo en cuenta la calidad de nuestro proyecto nos dirige a tener una rentabilidad con la empresa AKWEL Orizaba S.A. DE C.V.

El potencial de implementar y trabajar con el equipo proponiendo mejoras para la búsqueda de un mejor producto, teniendo en cuenta los planes de producción y así poder cumplir con los productos en tiempo, proponiendo la mejora continua con el apoyo del cliente.

7.2 SEIS SIGMAS

La aplicación de seis sigmas en mi proyecto me ayudo a detectar los problemas y fallas del proceso, priorizando y atacando el problema con mayor impacto, ayudándome a tomar las decisiones correctas y así poder mejorar el proceso con la ayuda de las herramientas básicas de seis sigma, estudiando paso a paso el proceso.

Me doy a la tarea de aplicar las etapas y herramientas de la metodología seis sigma y así desarrollar el correcto análisis de datos y poder interpretar las gráficas implementadas de dichos datos para mi toma de decisión en mi proyecto, mostrando liderazgo y el apoyo del trabajo en equipo para poder aplicar lo aprendido.

7.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

La aplicación y estudio del presente proyecto e implementar un poco del control de calidad me conlleva a analizar y determinar las causas de mis problemas de calidad, llevando de la mano mi toma de decisión en cada defecto y poder mejorar mi proceso.

Comprendiendo y obteniendo la experiencia suficiente del proceso de fabricación y así poder transmitir esa pequeña experiencia y poder realizar un sustento en la aplicación de la mejora, teniendo en cuenta la capacidad de observar, medir y analizar mi proceso mas a fondo y así utilizar esta información a mi favor, reflejando en un cambio mediante el uso y aplicación de las herramientas estadísticas, llevándome al camino de la mejora de nuestro proceso de fabricación.



7.4 ESTUDIO DEL TRABAJO

Con la realización de una instrucción de trabajo para optimizar tiempos de fabricación y así poder adaptar la secuencia del armado del tablero de ensamble ayudando ha que el proceso sea mas entendible y se sepa la importancia del producto, utilizando las herramientas de diagrama de proceso y poder implementar y mejorar nuestro proceso con la aportación de reducción de tiempos en re trabajos y poder tener un producto a tiempo.

7.5 PROCESOS DE FABRICACIÓN

La aplicación de procesos de fabricación nos ayudo para poder saber el material utilizado para el maquinado de piezas industriales dentro del taller de maquinados REPATEX y la importancia de tolerancias de las medidas exactas para evitar retrabajo a la hora de ser maquinadas las piezas a utilizar en el proceso de fabricación y poder ocupar la maquinaria eficazmente y así poder utilizar la materia prima correctamente.

Hablando de lo aprendido dentro del taller de maquinados REPATEX me encuentro con una satisfacción enorme por lo que pude y logré aportar con el poco conocimiento que tengo dentro del ramo automotriz. La experiencia en un taller es demasiada amplia ya que nunca dejas de aprender, este conocimiento me llego a proporcionar propuestas de trabajo y crecer profesionalmente.





CAPÍTULO 8

FUENTES DE INFORMACIÓN



8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- 1.- Ciencias . (22 de Diciembre de 2017). *3C empresa* . Obtenido de 3 ciencias.com:
<https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/herramientas-analisis-causa-raiz-acr/>
- 2.- Dayanara Dominique, D. V. (2021). *El diagrama de ishikawa como herramienta de calidad*. Ecuador: Revista electronica TAMBARA.
- 3.- Frank, R. J. (s.f.). *Analisis y planeacion de la calidad.metodo juran* . Mexico: McGrawHill.
- 4.- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2014). *Control de calidad*. Mexico: Grupo editorial PATRIA.
- 5.- Groover, M. P. (s.f.). *Fundamentos de manufactura moderna*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- 6.- Humberto Gutierrez Pulido, R. d. (2013). *Control estadistico de la calidad y seis sigma* . Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores,S.A. DE C.V.
- 7.-Neto, F. M. (2020). *Lean Manufacturing: Exposicion adaptada a ala fabricacion repetitiva*. Bilbao: Catedra .
- 8.-William K, H. (s.f.). *Manual del ingeniero industrial*. pittsburgh, Pennsylvania: McGrawHill.



CAPÍTULO 9

ANEXOS



9.1.1 FORMATO DE REVISION DE TABLERO

Se realiza una pequeña capacitación al personal con la ayuda de una instrucción de trabajo, relacionando el funcionamiento ya como producto final.

Se toma evidencia del formato de revisión en la validación del tablero final, implementado dentro del taller de maquinados REPATEX.

FORMATO DE REVISION DE TABLERO	
NUMERO DE PARTE:	ESTACION DE TRABAJO:
3A0908A	1
FECHA:	24/01/22
TURNOS:	100
AREA:	Final
QUIEN REALIZA?	Armando Ruiz Martinez
ACTIVIDAD	REVISION DE PARTES MECANICAS
1.- REVISION QUE CADA PARTE ENSAMBLADA CUENTE CON LA TORNERIA COMPLETA.	✓
2.- REVISION QUE PARTES MECANICAS TENGAN BUEN MUELLEO (CLAMP DE SUEJION - CLAMP DE INSERION. PISTONES TRABAJEN CORRECTAMENTE.)	✓
3.- REVISION DE GUARDA DE SEGURIDAD. FUNCIONAMIENTO DE VISAGARAS CORRECTAMENTE.	✓
4.- REVISION DE CLAMP DE SUEJION. QUE REALICE BUEN SUEJION DE COMPONENTE E IMPIDA ROTACION DEL MISMO.	X
5.- REVISION DE PALETA DE SEGURIDAD TENGAN BUEN MUELLEO Y QUE CUBRA AL MENOS EL 60% DEL COMPONENTE A PROTEGER.	✓
6.- VERIFICAR QUE LOS ARANADOS DE LOS TABLEROS ESTEN BIEN FIJADOS Y QUE NO ESTEN FLOJOS.	✓
7.- REVISION DE ALINEACION ENTRE NIDO DE CONECTOR Y BASE DE FIXTURAS. PARA UNA BUENA INSERION.	✓
8.- REVISION QUE FIXTURAS CUENTE CON UN 70-80 CORRECTO, PARA UNA BUENA SUEJION DE MANGUERA DE ENFRIAMIENTO.	✓
9.- REVISION DE BUEN RECORRIDO EN CARRIO PARA RECORRIDO DE INSERION.	X
10.- REVISION QUE ANGULO DE SUEJION A MESA DE TRABAJO CUENTE CON TORNILLOS, RONDANAS Y TUERCA DE SEGURIDAD CORRECTA FIJACION.	✓
11.- REVISION QUE MANERALES DE CARGA ESTEN FIJOS CORRECTAMENTE A LA PLACA DE ALUMINIO.	✓
12.- VERIFICACION QUE NIDO DE ARILLO DE CRIMPADO SEA EL CORRECTO AL DIAMETRO ESPECIFICADO.	✓
REVISION DE FUNCIONAMIENTO CORRECTO	
1.- VERIFICACION QUE POKA-YOKES FUNCIONEN CORRECTAMENTE.	✓
2.- VERIFICACION QUE LA INSERION SEA LA CORRECTA Y NO SE TENGA LA DIFICULTAD PARA INSERTAR.	✓
3.- VERIFICACION QUE ALINEACION CON TOLERANCIAS COINCIDAN A LA HORA DE RETIRAR ENSAMBLE.	✓
4.- VERIFICACION QUE LA MANGUERA ESTE LIBRE Y SIN OBSTRUCCIONES PARA SU LIBERACION Y EVITAR ROTACION EN SUS COMPONENTES.	✓
5.- REVISION QUE LOS PISTONES NEUMATICOS LIBEREN SIN OBSTRUCCION.	✓
6.- REVISION DE PARO DE EMERGENCIA TRABAJE CORRECTAMENTE.	✓
7.- REVISION QUE ETIQUETA DMC ESTE EN LA ORIENTACION CORRECTA.	✓
Instrucciones del llenado:	
1. ESTE FORMATO SERA LLENADO SIEMPRE QUE SE VALIDE UN NUEVO TABLERO YA COMO PRODUCTO FINAL.	
2. AL ENCONTRAR ALGUNA ALOMANIA O NO SE PUEDE REALIZAR ALGUN PUNTO MENCIONADO SE DEBERA NOTIFICAR DE INMEDIATO AL ENCARGADO DEL TALLER.	
NOMENCLATURA: "X" PARA INDICAR QUE LA REVISION SE REALIZO. "L" PARA INDICAR QUE LA REVISION NO FUE REALIZADA. SI ESTE REQUIERE ALGUN RETRABAJO O MODIFICACION HACERLO SABER DE INMEDIATO.	

Foto de formato de revisión de tablero final.



9.1.2 FORMATO DE NORMA OFICIAL NOM-004- 1998

46 (Primera Sección)

DIARIO OFICIAL

Lunes 31 de mayo de 1999

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

MARIANO PALACIOS ALCOCER, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3o., 4o. y 35 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; y 3o., 5o. y 22 fracciones I y XIII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 13 de junio de 1994, fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1993, Relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipos y accesorios en los centros de trabajo;

Que esta dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo cuarto transitorio primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado;

Que con fecha 26 de mayo de 1998, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que en esa misma fecha el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que con el objeto de cumplir con los lineamientos contenidos en el acuerdo para la desregulación de la actividad empresarial, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 24 de noviembre de 1995, las modificaciones propuestas a la presente Norma fueron sometidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial a la opinión del Consejo para la Desregulación Económica, y con base en ella se realizaron las adaptaciones procedentes, por lo que dicha dependencia dictaminó favorablemente acerca de las modificaciones contenidas en la presente Norma;

Que con fecha 9 de diciembre de 1998, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto que dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que no habiendo recibido comentarios al presente Proyecto de Modificación de Norma Oficial Mexicana y adicionando el capítulo Unidades de Verificación en cumplimiento a la fracción V del artículo 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones



5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Programa Específico de Seguridad e Higiene para la Operación y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo
8. Protectores y dispositivos de seguridad
9. Unidades de verificación
 Apéndice A Tarjeta de aviso
 Apéndice B Contenido mínimo de los dictámenes de las unidades de verificación
10. Vigilancia
11. Bibliografía
12. Concordancia con normas internacionales
 Guía de referencia protectores y dispositivos de seguridad

1. Objetivo

Establecer las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo que por la naturaleza de sus procesos empleen maquinaria y equipo.

3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NOM-001-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-017-STPS-1993, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

NOM-022-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo en donde la electricidad estática represente un riesgo.*

NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NMX-CC-018-1996-IMNC, Directrices para desarrollar manuales de calidad.

Definiciones

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

- a) **autoridad del trabajo; autoridad laboral:** las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo, y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.
- b) **candado de seguridad:** cerradura que evita que cualquier trabajador active la maquinaria y equipo.
- c) **carrera:** distancia que recorre el componente de una máquina por un movimiento alternativo.
- d) **centro de trabajo:** todo aquel lugar, cualquiera que sea su denominación, en el que se realicen actividades de producción, de comercialización o de prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.
- e) **ciclo:** movimiento alternativo o rotativo durante el cual el componente de una máquina efectúa un trabajo.



Lunes 31 de mayo de 1999

DIARIO OFICIAL

(Primera Sección) 49

- d) dotar a los trabajadores del equipo de protección personal de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS-1993.

5.4 Capacitar a los trabajadores para la operación segura de la maquinaria y equipo, así como de las herramientas que utilicen para desarrollar su actividad.

6. Obligaciones de los trabajadores

6.1 Participar en la capacitación que proporcione el patrón.

6.2 Cumplir con las medidas que señale el Programa Específico de Seguridad e Higiene para la Operación y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo.

6.3 Reportar al patrón cuando los sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo se encuentren deteriorados, fuera de funcionamiento o bloqueados.

6.4 Utilizar el equipo de protección personal de acuerdo a las instrucciones de uso y mantenimiento proporcionadas por el patrón.

6.5 Usar el cabello corto o recogido, no portar cadenas, anillos, pulseras, mangas sueltas u otros objetos que pudieran ser factor de riesgo durante la operación.

6.6 Reportar al patrón cualquier anomalía de la maquinaria y equipo que pueda implicar riesgo.

7. Programa Específico de Seguridad para la Operación y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo

7.1 Operación de la maquinaria y equipo.

El programa debe contener procedimientos para que:

- a) los protectores y dispositivos de seguridad se instalen en el lugar requerido y se utilicen durante la operación;
- b) se mantenga limpia y ordenada el área de trabajo;
- c) la maquinaria y equipo estén ajustados para prevenir un riesgo;
- d) las conexiones de la maquinaria y equipo y sus contactos eléctricos estén protegidos y no sean un factor de riesgo;
- e) el cambio y uso de la herramienta y el instrumental se realice en forma segura;
- f) el desarrollo de las actividades de operación se efectúe en forma segura;
- g) el sistema de alimentación y retiro de la materia prima, subproducto y producto terminado no sean un factor de riesgo.

7.2 Mantenimiento de la maquinaria y equipo

El programa debe contener:

7.2.1 La capacitación que se debe otorgar a los trabajadores que realicen las actividades de mantenimiento.

7.2.2 La periodicidad y el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo y, en su caso, el correctivo, a fin de garantizar que todos los componentes de la maquinaria y equipo estén en condiciones seguras de operación, y se debe cumplir, al menos, con las siguientes condiciones:

- a) al concluir el mantenimiento, los protectores y dispositivos deben estar en su lugar y en condiciones de funcionamiento;
- b) cuando se modifique o reconstruya una maquinaria o equipo, se deben preservar las condiciones de seguridad;
- c) el bloqueo de energía se realizará antes y durante el mantenimiento de la maquinaria y equipo, cumpliendo además con lo siguiente:
 - 1) deberá realizarse por el encargado del mantenimiento;
 - 2) deberá avisarse previamente a los trabajadores involucrados, cuando se realice el bloqueo de energía;

- 3) identificar los interruptores, válvulas y puntos que requieran inmovilización;
- 4) bloquear la energía en tableros, controles o equipos, a fin de desenergizar, desactivar o impedir la operación de la maquinaria y equipo;
- 5) colocar tarjetas de aviso, cumpliendo con lo establecido en el apéndice A;
- 6) colocar los candados de seguridad;
- 7) asegurarse que se realizó el bloqueo;
- 8) avisar a los trabajadores involucrados cuando haya sido retirado el bloqueo. El trabajador que colocó las tarjetas de aviso, debe ser el que las retire.

7.2.3 Se debe llevar un registro del mantenimiento preventivo y correctivo que se le aplique a la maquinaria y equipo, indicando en que fecha se realizó; mantener este registro, al menos, durante doce meses.

8. Protectores y dispositivos de seguridad

8.1 Protectores de seguridad en la maquinaria y equipo.

Los protectores son elementos que cubren a la maquinaria y equipo para evitar el acceso al punto de operación y evitar un riesgo al trabajador.

8.1.1 Se debe verificar que los protectores cumplan con las siguientes condiciones:

- a) proporcionar una protección total al trabajador;
- b) permitir los ajustes necesarios en el punto de operación;
- c) permitir el movimiento libre del trabajador;
- d) impedir el acceso a la zona de riesgo a los trabajadores no autorizados;
- e) evitar que interfieran con la operación de la maquinaria y equipo;
- f) no ser un factor de riesgo por sí mismos;
- g) permitir la visibilidad necesaria para efectuar la operación;
- h) señalarse cuando su funcionamiento no sea evidente por sí mismo, de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998;
- i) de ser posible estar integrados a la maquinaria y equipo;
- j) estar fijos y ser resistentes para hacer su función segura;
- k) no obataculizar el desalojo del material de desperdicio.

8.1.2 Se debe incorporar una protección al control de mando para evitar un funcionamiento accidental.

8.1.3 En los centros de trabajo en donde por la instalación de la maquinaria y equipo no sea posible utilizar protectores de seguridad para resguardar elementos de transmisión de energía mecánica, se debe utilizar la técnica de protección por obstáculos. Cuando se utilicen barandales, éstos deben cumplir con las condiciones establecidas en la NOM-001-STPS-1993.

8.2 Dispositivos de seguridad.

Son elementos que se deben instalar para impedir el desarrollo de una fase peligrosa en cuanto se detecta dentro de la zona de riesgo de la maquinaria y equipo, la presencia de un trabajador o parte de su cuerpo.

8.2.1 La maquinaria y equipo deben estar provistos de dispositivos de seguridad para paro de urgencia de fácil activación.

8.2.2 La maquinaria y equipo deben contar con dispositivos de seguridad para que las fallas de energía no generen condiciones de riesgo.

8.2.3 Se debe garantizar que los dispositivos de seguridad cumplan con las siguientes condiciones:

- a) ser accesibles al operador;

INFORMACION PRINCIPAL	PRECAUCION	NEGRO	AMARILLO
INFORMACION SECUNDARIA	PROHIBICION No debe activarse la maquinaria o equipo, ni retirar la tarjeta del lugar donde se colocó.	NEGRO	BLANCO
INFORMACION ADICIONAL	Texto que considere necesario agregar	NEGRO	BLANCO

A.1.2 Las dimensiones de las tarjetas de aviso deben ajustarse a lo indicado en la figura A1

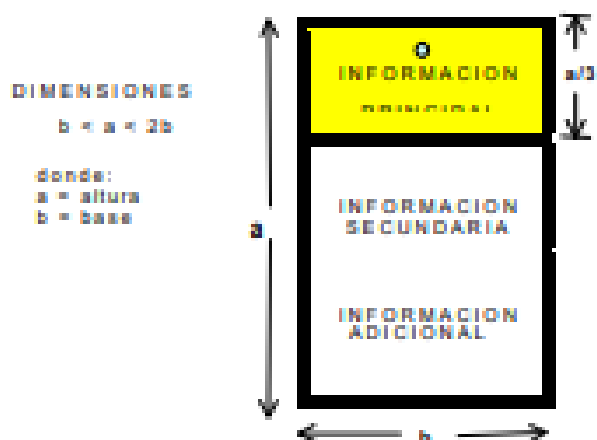


Figura A1

APENDICE B

CONTENIDO MINIMO DE LOS DICTAMENES DE LAS UNIDADES DE VERIFICACION

B.1 Datos de la empresa evaluada:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) domicilio;
 - 1) calle;
 - 2) número;
 - 3) colonia;
 - 4) ciudad;
 - 5) código postal;
 - 6) delegación o municipio;
 - 7) estado;

- c) nombre y firma del representante legal

B.2 Datos de la Unidad de Verificación:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) número de registro de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- c) conclusión de los resultados de la verificación practicada, de acuerdo a lo establecido en la Norma;
- d) nombre y firma del representante legal;
- e) lugar y fecha de la firma.

10. Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

11. Bibliografía

- a) ANSI-B11. 8-1984, *Safety Requirements for Construction, Care and Use. For Machine Tools-Lathes*. Estados Unidos de América.
- b) ANSI-B11.8-1983. *American National Standard for Machine Tools Drillind, Milling and Machines Safety Requirements for Construction, Care and Use*. Estados Unidos de América.
- c) JIS B8-1983. *Test Code for Performance and Accuracy of Wire Electrical Discharge Machines*. Estados Unidos de América.
- d) Reglamento Tipo de Seguridad en los Establecimientos Industriales para Guía de los Gobiernos y de la Industria, Capítulo II Locales de los Establecimientos Industriales; Capítulo IV Resguardos de Maquinaria; Capítulo V Equipo Eléctrico R.110 Conexión a Tierra; Capítulo IX Manipulación y Transportes de Materiales. Ginebra, 1950. Organización Internacional del Trabajo.

12. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días siguientes a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

SEGUNDO.- Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo en donde la electricidad estática represente un riesgo, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán, a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma en vigor.

TERCERO.- Con la entrada en vigor de la presente Norma se cancelan las siguientes normas oficiales mexicanas: NOM-107-STPS-1994, Prevención técnica de accidentes en máquinas y equipos que operan en lugar fijo-seguridad mecánica y térmica-terminología, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de enero de 1996; NOM-108-STPS-1994, Prevención técnica de accidentes en máquinas y equipos, diseño o adaptación de los sistemas y dispositivos de protección, riesgos en función de los movimientos mecánicos, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de enero de 1996; NOM-109-STPS-1994, Prevención técnica de accidentes en máquinas que operan en lugares fijos-Protectores y dispositivos de seguridad, tipos y características, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de enero de 1996; NOM-110-STPS-1994, Seguridad en máquinas-Herramienta para taladrado, fresado y mandrilado, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de mayo de 1995; NOM-111-STPS-1994, Seguridad en las máquinas-Herramienta denominadas máquinas de electroerosión, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de enero de 1996; NOM-112-STPS-1994, Seguridad en máquinas-Herramienta



denominadas roladoras, formadoras y curvadoras, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de mayo de 1995.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, Distrito Federal, a los seis días del mes de mayo de mil novecientos noventa y nueve.-
El Secretario del Trabajo y Previsión Social, **Mariano Palacios Alcocer**.- Rúbrica.

GUIA DE REFERENCIA

PROTECTORES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de la presente Norma y no es de cumplimiento obligatorio, con el fin de mostrar los diferentes protectores y dispositivos para adaptarlos a la maquinaria y equipo que los requiera.

Los protectores son elementos que cubren a la maquinaria y equipo para evitar el acceso al punto de operación y evitar un riesgo al trabajador. En su instalación y operación se recomienda considerar aspectos ergonómicos que contemplen: la postura del trabajador, el trabajo estático y dinámico de la actividad, así como la ubicación de los elementos de control.

A continuación se hace una descripción de los protectores más comunes:

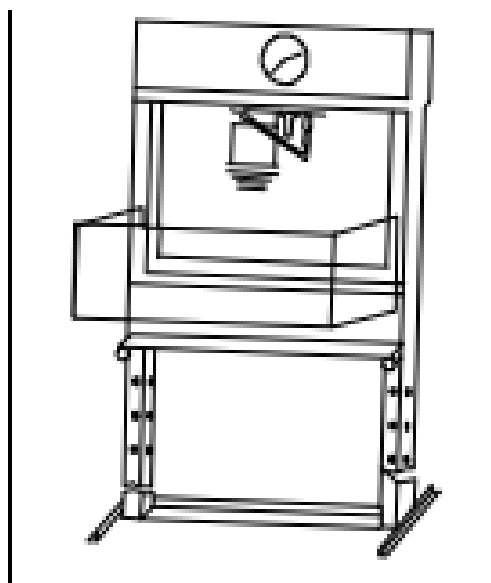
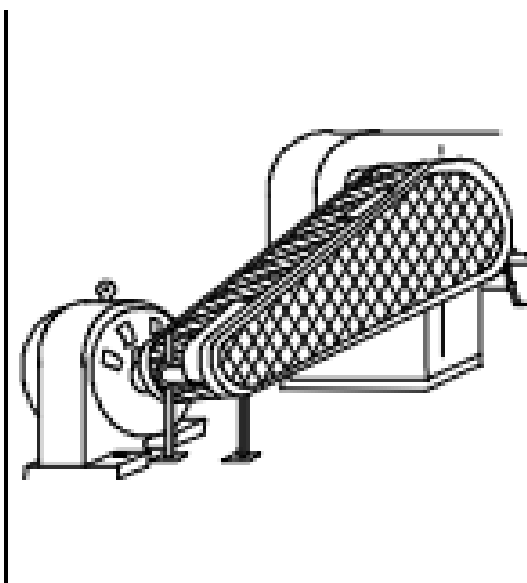
Protector fijo	Protector semifijo
El uso de este tipo de protectores debe ser permanente. Su retiro sólo se hará en caso de mantenimiento a la máquina. Puede ser fijo de manera permanente ya sea por soldadura, remachado u otro; o desmontable usando tornillo-tuerca, cufia, coñero, tornillo autorroscable u otro.	El uso de estos protectores está determinado por el tipo de operaciones que se realizan en la máquina; en caso de requerirse, pueden ser retirados en forma manual por el trabajador, para lo cual deben preverse las facilidades de montaje y desmontaje del caso.



Lunes 31 de mayo de 1999

DIARIO OFICIAL

(Primera Sección) 55



**GUIA DE REFERENCIA
PROTECTORES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

Protector móvil
Elemento que cubre mecánicamente a la estructura de una máquina o a un elemento vecino fijo; dicho enlace se realiza generalmente mediante una articulación o sobre guías de deslizamiento.
Este tipo de protector cubre durante su funcionamiento dos posiciones: el punto A (parte alta) y el punto B (parte baja).

Protector regulable
Este tipo de protector cubre toda una línea continua de posiciones a lo largo del mecanismo regulable.